



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES**

**DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO  
ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES ANTE CUATRO TIPOS DE  
AMENAZAS: SÍSMICA, VOLCÁNICA, INUNDACIONES Y  
DESLIZAMIENTOS EN LA CIUDAD DE IBARRA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTOR:**

Darío Paúl Arias Muñoz

**DIRECTOR:**

Ing. Oscar Rosales M.Sc.

**Ibarra, marzo, 2014**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE  
EDIFICACIONES ANTE CUATRO TIPOS DE AMENAZAS: SÍSMICA,  
VOLCÁNICA, INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS EN LA CIUDAD DE  
IBARRA**

Tesis revisada por el Director, por lo cual se autoriza su presentación como requisito  
parcial para obtener el Título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:



.....  
Ing. Oscar Armando Rosales Enríquez

**DIRECTOR**

Ibarra – Ecuador  
2014



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

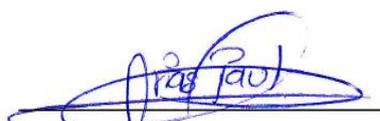
DATOS DE CONTACTO			
<b>Cédula de identidad</b>	100294354-4		
<b>Apellidos y nombres</b>	Arias Muñoz Darío Paúl		
<b>Dirección</b>	Pilanquí BEV Avenida José Tobar y Pasaje C. N° 1-35		
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:dario-paul-arias@hotmail.es">dario-paul-arias@hotmail.es</a>		
<b>Teléfono fijo</b>	062953121	<b>Teléfono móvil</b>	0990522564
DATOS DE LA OBRA			
<b>Título</b>	“Determinación de la Vulnerabilidad Físico Estructural de Edificaciones ante Cuatro Tipos de Amenazas: Sísmica, Volcánica, Inundaciones y Deslizamientos en la Ciudad de Ibarra”		
<b>Autor</b>	Arias Muñoz Darío Paúl		
<b>Fecha</b>	12/03/2014		

<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>	
<b>Programa</b>	Pregrado
<b>Título que opta</b>	<b>Ingeniería en Recursos Naturales Renovables</b>
<b>Director</b>	Ing. Oscar Rosales. M.Sc.

## **2. CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, **DARÍO PAÚL ARIAS MUÑOZ**, con cédula de identidad Nro. **100294354 - 4**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES ANTE CUATRO TIPOS DE AMENAZAS: SÍSMICA, VOLCÁNICA, INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS EN LA CIUDAD DE IBARRA”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Recursos Naturales Renovables en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 12 días del mes de marzo de 2014

  
**DARÍO PAÚL ARIAS MUÑOZ**

### **3. CONSTANCIA**

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de marzo de 2014

**EL AUTOR**

**ACEPTACIÓN:**

  
Firma  
Darío Paúl Arias Muñoz

Ing. Betty Chávez

**JEFE DE BIBLIOTECA**

Facultado por resolución del Honorable Consejo Universitario

#### 4. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **DARÍO PAÚL ARIAS MUÑOZ** con Cédula de Ciudadanía Nro. 100294354-4; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del Trabajo de Grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y, como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con La Ley de Educación Superior Artículo 144.



Dario Paúl Arias Muñoz

**C.C.: 100294354-4**

## FORMATO DEL REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN  
Fecha: 12 de marzo de 2014

**ARIAS MUÑOZ DARÍO PAÚL.** “DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES ANTE CUATRO TIPOS DE AMENAZAS: SÍSMICA, VOLCÁNICA, INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS EN LA CIUDAD DE IBARRA”/ TRABAJO DE GRADO. Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables Ibarra. EC. Marzo 2014. 136 p. anex.

**DIRECTOR:** Rosales Enríquez, Oscar

En la presente investigación se determinó la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones de la ciudad Ibarra ante la eventual ocurrencia de sismos, erupciones volcánicas, inundaciones y deslizamientos. Asimismo se analizó la influencia de los elementos esenciales y la densidad poblacional sobre la vulnerabilidad de las edificaciones, con la finalidad de observar los sectores más vulnerables pero estratégicos de la ciudad, en donde se necesite priorizar la gestión de riesgos.

Ibarra, 12 de marzo de 2014



.....  
Oscar Armando Rosales Enríquez  
**DIRECTOR DE TESIS**



.....  
Darío Paúl Arias Muñoz  
**AUTOR**



## **DEDICATORIA**

Dedico a este trabajo primero a Dios por ser mi fuerza y mi guía y a mis padres *Pablo* y *Norma*, las personas que me han formado y me han inculcado fuertes valores para ser lo que soy, el respeto, la constancia, la paciencia y la humanidad.

## TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
TABLA DE CONTENIDOS.....	x
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY.....	xvii
CAPÍTULO I.....	19
1. INTRODUCCIÓN.....	19
1.1. ANTECEDENTES.....	20
1.2. PROBLEMA.....	22
1.3. OBJETIVOS.....	23
1.3.1. Objetivo General.....	23
1.3.2. Objetivos Específicos.....	23
1.4. PREGUNTAS DIRECTRICES.....	24
CAPÍTULO II.....	25
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	25
2.1. MARCO LEGAL.....	25
2.1.1. LEY DE SEGURIDAD PÚBLICA Y DEL ESTADO.....	27
2.1.2. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO PARA EL BUEN VIVIR: 2013-2017.....	28
2.1.3. PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD INTEGRAL Y AGENDAS DE SEGURIDAD.....	29
2.2. ESPACIO GEOGRÁFICO.....	29
2.3. COMUNIDAD Y MEDIO AMBIENTE.....	30
2.4. TERRITORIO.....	31
2.5. DESASTRE NATURAL.....	32
2.6. RIESGO.....	32
2.6.1. ELEMENTOS DE RIESGO.....	33
2.7. FENÓMENO NATURAL.....	33
2.8. AMENAZA.....	33
2.9. VULNERABILIDAD.....	34

2.9.1.	EL ESTADO DE LA VULNERABILIDAD .....	36
2.9.2.	TIPOS DE VULNERABILIDAD .....	36
2.9.3.	PRINCIPALES FACTORES DE LA VULNERABILIDAD .....	38
2.9.4.	MÉTODOS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD .....	39
2.9.5.	ELEMENTOS ESTRUCTURALES SUJETOS A VULNERABILIDAD ...	40
CAPÍTULO III .....		43
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	43
3.1.	MATERIALES .....	43
3.2.	LIMITACIONES .....	44
3.3.	MÉTODOS .....	46
3.3.1.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	46
3.3.2.	METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LOS ELEMENTOS Y ESPACIOS GEOGRÁFICOS ESTRATÉGICOS DE LA CIUDAD DE IBARRA....	48
3.3.3.	METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LAS VARIABLES Y PONDERACIONES DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES .....	54
3.3.4.	METODOLOGÍA PARA DELIMITAR LOS SECTORES VULNERABLES DE LA CIUDAD.....	60
CAPÍTULO IV .....		61
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
4.1.	CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL Y POBLACIONAL DE LA CIUDAD DE IBARRA .....	61
4.1.1.	DATOS GENERALES Y DESCRIPCIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA .....	61
4.1.2.	CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS .....	63
4.1.3.	CLIMA .....	64
4.1.4.	HÍDRICA .....	65
4.1.5.	USO Y CONFLICTO DE SUELO EN LA CIUDAD .....	66
4.1.6.	CARACTERIZACIÓN VIAL.....	67
4.1.7.	CARACTERIZACIÓN POBLACIONAL .....	68
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y ESPACIOS GEOGRÁFICOS ESTRATÉGICOS DE LA CIUDAD DE IBARRA.....	70
4.2.1.	ACCESIBILIDAD DE LA CIUDAD .....	70
4.2.2.	ELEMENTOS ESENCIALES DE LA CIUDAD DE IBARRA.....	73
4.3.	VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES EN LA CIUDAD.....	80

4.3.1. VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES ANTE SISMOS.....	81
4.3.2. VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES ANTE ERUPCIONES VOLCÁNICAS.....	87
4.3.3. VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES ANTE INUNDACIONES.....	92
4.3.4. VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL ANTE DESLIZAMIENTOS .....	97
4.4. VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESENCIALES .....	102
4.4.1. VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS ESENCIALES .....	102
4.4.2. VULNERABILIDAD FUNCIONAL DE LOS ELEMENTOS ESENCIALES.....	113
4.5. DELIMITACIÓN DE LOS SECTORES VULNERABLES EN LA CIUDAD	117
4.5.1. DELIMITACIÓN DE LOS SECTORES MÁS VULNERABLES DE LA CIUDAD ANTE SISMOS.....	120
4.5.2. DELIMITACIÓN DE SECTORES MÁS VULNERABLES ANTE ERUPCIONES VOLCÁNICAS .....	121
4.5.3. DELIMITACIÓN DE LOS SECTORES MÁS VULNERABLES DE LA CIUDAD ANTE INUNDACIONES .....	123
4.5.4. DELIMITACIÓN DE LOS SECTORES MÁS VULNERABLES DE LA CIUDAD ANTE DESLIZAMIENTOS .....	124
CAPÍTULO V .....	127
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	127
5.1. CONCLUSIONES .....	127
5.2. RECOMENDACIONES.....	131
BIBLIOGRAFÍA.....	135
Referencias bibliográficas de periódicos y revistas.....	137
ANEXOS .....	139

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Principales factores de la vulnerabilidad .....	39
Cuadro 2.2. Variables e indicadores en estudios de vulnerabilidad .....	40
Cuadro 2.3. Áreas esenciales del cantón Ibarra.....	42
Cuadro 3.1. Lista de los materiales que se utilizaron en el presente proyecto .....	43
Cuadro 3.2. Intervalo de clases para determinar el número de vías y ponderación final ....	52
Cuadro 3.3. Ponderación de los tipos de revestimiento por mallas para determinar la accesibilidad .....	52
Cuadro 3.4. Ponderación de las zonas por grado de pendiente para determinar la accesibilidad .....	53
Cuadro 3.5. Variables e indicadores considerados del catastro urbano.....	55
Cuadro 3.6. Variables e indicadores físico estructurales de edificaciones urbanas .....	56
Cuadro 3.7. Calificación de vulnerabilidades para amenaza sísmica.....	57
Cuadro 3.8. Calificación de vulnerabilidades para amenaza de inundación .....	58
Cuadro 3.9. Calificación de vulnerabilidades para amenaza de deslizamientos .....	59
Cuadro 3.10. Calificación de vulnerabilidades para amenaza volcánica .....	59
Cuadro 4.1. Vulnerabilidad de los elementos esenciales del grupo “Población y necesidades” .....	74
Cuadro 4.2. Vulnerabilidad de los elementos esenciales pertenecientes al grupo “Población y necesidades”.....	103
Cuadro 4.3. Vulnerabilidad de los elementos esenciales pertenecientes al grupo de “Capacidad de gestión y administración” .....	107
Cuadro 4.4. Vulnerabilidad de los elementos esenciales pertenecientes al grupo “Logística urbana” .....	109
Cuadro 4.5. Matriz de calificación de la vulnerabilidad funcional de los elementos esenciales.....	114
Cuadro 4.6. Barrios que integran los sectores censales dentro de la ciudad .....	117

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación geográfica del cantón y la ciudad de Ibarra .....	47
Figura 3.2. Forma de la ubicación de mallas sobre cada cuenca vial.....	50
Figura 3.3. Superposición de capas vectoriales con el fin de contabilizar el número de vías.....	51
Figura 3.4. Metodología para contar y determinar el número de EE por sector censal .....	60

Figura 4.1. División político administrativa de la ciudad de Ibarra. ....	62
Figura 4.2. Características fisiográficas de la ciudad de Ibarra.....	63
Figura 4.3. Red Hídrica de la ciudad de Ibarra.....	65
Figura 4.4. Conflictos de uso del suelo .....	67
Figura 4.5. Vías en la ciudad de Ibarra.....	68
Figura 4.6. Densidad poblacional .....	69
Figura 4.7. Cuencas viales de la ciudad de Ibarra .....	71
Figura 4.8. Nivel de accesibilidad en la ciudad de Ibarra.....	73
Figura 4.9. Fotografía del elemento esencial: hospital San Vicente de Paúl.....	77
Figura 4.10. Elementos esenciales de la ciudad de Ibarra en tiempo normal.....	78
Figura 4.11. Elementos esenciales de la ciudad de Ibarra en tiempo de crisis.....	79
Figura 4.12. Vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones ante sismos .....	82
Figura 4.13. Edificación del “Centro Histórico” de la ciudad que presentaría vulnerabilidad media .....	84
Figura 4.14. Edificaciones expuestas a la amenaza sísmica.....	85
Figura 4.15. Vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones ante erupciones volcánicas .....	89
Figura 4.16. Edificaciones expuestas a las diferentes amenazas volcánicas .....	90
Figura 4.17. Vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones ante inundaciones .....	94
Figura 4.18. Edificaciones expuestas a las diferentes amenazas por inundación.....	95
Figura 4.19. Vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones ante deslizamientos ....	99
Figura 4.20. Edificaciones expuestas a la amenaza de deslizamiento.....	100
Figura 4.21. Distribución espacial de la vulnerabilidad de los elementos esenciales ante sismos.....	106
Figura 4.22. Fotografía de la Envasadora de gas.....	108
Figura 4.23. Distribución espacial de la vulnerabilidad de EE ante erupciones volcánicas .....	110
Figura 4.24. Distribución espacial de la vulnerabilidad de los EE ante inundaciones Elaboración propia.....	111
Figura 4.25. Distribución espacial de la vulnerabilidad de los elementos esenciales ante deslizamientos.....	112
Figura 4.26. Vulnerabilidad de los elementos esenciales por dependencia .....	115
Figura 4.27. Relación entre la vulnerabilidad físico estructural ante sismos, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales por sector censal.....	121
Figura 4.28. Relación entre la vulnerabilidad físico estructural ante erupciones volcánicas, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales por sector censal .....	122
Figura 4.29. Relación entre la vulnerabilidad físico estructural ante inundaciones, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales por sector censal.....	123
Figura 4.30. Fotografía de una edificación con vulnerabilidad alta a deslizamientos en el barrio de Priorato .....	124
Figura 4.31. Relación entre la vulnerabilidad físico estructural ante deslizamientos, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales por sector censal.....	125

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1. Diagrama Ombrotérmico de Ibarra .....	64
Gráfico 4.2. Desviación estándar de los valores numéricos de vulnerabilidad obtenidos ante sismos.....	86
Gráfico 4.3. Desviación estándar de los valores numéricos de la vulnerabilidad en las edificaciones frente a erupciones volcánicas.....	91
Gráfico 4.4. Desviación estándar de los valores numéricos de la vulnerabilidad en las edificaciones frente a inundaciones .....	96
Gráfico 4.5. Desviación estándar de los valores numéricos de la vulnerabilidad en las edificaciones frente a deslizamientos .....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Vulnerabilidad físico estructural, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales por sector censal.....	119
---	-----

## **RESUMEN**

El objetivo principal del Ordenamiento Territorial es el de organizar, regular, y gestionar adecuadamente la ocupación y uso del territorio, con el fin de contribuir al desarrollo humano ecológicamente sostenible, espacialmente armónico y socialmente justo. Uno de los requerimientos para alcanzar un desarrollo humano sustentable es un hábitat adecuado por lo cual una baja vulnerabilidad del territorio y por ende un bajo riesgo urbano sería necesario. Es así como, al momento de un desastre entre las consecuencias más visibles están los impactos producidos por la amenaza natural sobre las edificaciones y de hecho resaltan los impactos sobre elementos estructurales como: centros administrativos, educativos, salud o en instalaciones pertenecientes a las redes de servicios vitales como el agua, movilidad o electricidad. Es por eso, que la gestión de riesgos necesariamente debe dirigirse a la reducción y prevención de vulnerabilidades de la infraestructura del cantón, especialmente de las edificaciones. En una ciudad las edificaciones presentan comportamientos distintos frente a una amenaza natural dependiendo de sus características físico estructurales o a la vez del tipo y el grado de la amenaza. Entonces la existencia de la vulnerabilidad físico estructural dentro del territorio es innegable y por ende un análisis de la misma en las edificaciones, es a la vez una caracterización de la vulnerabilidad del territorio. Por este motivo, no se debe obviar la influencia de la población y los elementos esenciales que articulan el funcionamiento de las actividades de la misma; porque una edificación no habitada será menos vulnerable que una habitada, asimismo una edificación considerada esencial es crucial en el engranaje funcional de la ciudad, albergará más personas y en caso de desastre, la pérdida de alguno de estos elementos produciría más daño funcional a la ciudad. Por tal razón, en este estudio se caracteriza la vulnerabilidad de las edificaciones a través de variables e indicadores físico estructurales, simultáneamente se analiza la presencia de la población y de elementos esenciales como factores complementarios de vulnerabilidad. Finalmente los resultados obtenidos son herramientas que ayudan a fortalecer la caracterización de la vulnerabilidad del territorio en la ciudad de Ibarra y pueden ser herramientas útiles en la toma de decisiones.

## SUMMARY

The main aim of Land-use management is to organize, regulate and manage in a suitable way the occupation and use of territory, to order to contribute to human development with responsible environmental use and justice social. One of the requirements to achieve human development is a propitious habitat, whereby it would be necessary to have a low vulnerability in the territory and consequently a low urban risk. For this reason, in the case of disaster, between consequences more visible would be impacts over buildings product of natural hazards, in fact, stand out impacts on essential structures such as centers of: administration, education or health. Also over installations belonging to main net services such as: water, mobility or electricity. This is why the risks management needs should focus in reducing and preventing the infrastructure vulnerability, especially on buildings. In the city, buildings show different responses to natural hazards according to its physical structural characteristics, or also according to the type of hazard grade. Then, the existence of physical structural vulnerability is undeniable and consequently if analyzed on these buildings, the territory's vulnerability characterization is identified. For that reason, the influence of population and essential elements cannot be ignored, due to these specifications of the city operations, because an uninhabited building will be less vulnerable than one that is inhabited, likewise a building is considered essential and crucial in the operation of the city, so it will harbor more people and in case of disaster, the loss of any of these elements would generate more functional danger in the city. Whereby the reason, in this study is defined vulnerability on buildings in the function of variables and physical structural indicators, simultaneously also is the analysis of the population presence and essential elements like complementary vulnerability's factors. Finally, the present results are tools that help to strengthen the characterization of territory vulnerability in the city of Ibarra and also could be useful tools for decision making for city planning.



# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la vulnerabilidad a los impactos de las amenazas naturales ha aumentado a nivel nacional y por ende en la ciudad de Ibarra, esto en gran medida, por la expansión urbana en dicha cabecera cantonal, la cual podría definirse como rápida y relativamente desordenada. De hecho, históricamente, las cabeceras cantonales, como Ibarra, se han constituido como polos de desarrollo y ejes socioeconómicos de sus respectivas provincias; y es por esta razón, que la población se concentra en estos espacios territoriales. Esta concentración ha generado diferentes niveles de aglomeración, manifestados a través de la ocupación de las edificaciones e instalaciones urbanas. En la actualidad las condiciones socioeconómicas de la población, las diferentes dinámicas ambientales que caracteriza a las comunidades y los factores culturales e históricos determinan ciertos grados de vulnerabilidad de la población a diferentes amenazas naturales y antrópicas, desencadenando diferentes niveles de peligrosidad en el territorio.

No obstante, una caracterización del territorio debe ser holística, pues no basta con delimitar el territorio y sus diferentes grados de exposición ante amenazas naturales, sino, a la vez, es necesario conocer las dinámicas y procesos sociales que permiten el correcto funcionamiento de dicho espacio; esto con el fin de comprender la estructura funcional del territorio en tiempo normal (sin situaciones de riesgos) y también de predecir la estructura funcional del territorio en un escenario de crisis (con situaciones de riesgo).

## **1.1. ANTECEDENTES**

El abordar el tema de las vulnerabilidades en el Ecuador no es una tarea fácil cuando se considera la estructura funcional del territorio, la forma de vida de la población ecuatoriana y por ende la diversidad de amenazas a la que está expuesta y consecuentemente los diferentes tipos de vulnerabilidad que presenta. En el país los estudios de vulnerabilidad son escasos. Los últimos estudios realizados presentan una generalidad de escalas y una comprensión general de la vulnerabilidad tanto en el territorio nacional como a nivel local. En los “Planes de reducción de riesgos” desarrollados en el periodo 2000-2005 por la SENPLADES a través del Programa de Reducción del Riesgos del Área Andina (PREANDINO) se empieza a comprender la vulnerabilidad pero se carece de mecanismos de intervención, aplicabilidad y sentido de réplica hacia una orientación más local. En cambio, en el estudio “Amenazas, vulnerabilidades, capacidades y riesgos en el Ecuador: Los desastres un riesgo para el desarrollo” realizado por OXFAM, COOPI e IRD en el año 2003 se determina la vulnerabilidad a nivel local, pero según Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012), el estudio no era suficiente para construir una herramienta en la toma de decisiones porque no reflejaba la complejidad de los territorios locales y el entendimiento de la vulnerabilidad era muchas veces válido únicamente en el contexto nacional.

Sin embargo, la necesidad de generar nuevos conocimientos de vulnerabilidad y riesgos a nivel cantonal territorial conllevó a la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), conjuntamente con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el apoyo de la Oficina de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea ha emprender un proyecto para analizar la vulnerabilidad urbana a nivel cantonal, en el cual se realizó el estudio "Análisis de vulnerabilidad del Cantón Ibarra. Perfil Territorial, 2013" y de hecho, fue la investigación antecesora a la presente y dio los lineamientos generales para el análisis de la vulnerabilidad en la ciudad de Ibarra. De ahí que, el presente estudio buscó estudiar la vulnerabilidad desde una óptica más específica, “la físico estructural de la ciudad” a través del análisis de edificaciones y elementos esenciales.

Siguiendo esta óptica se priorizó el análisis de la vulnerabilidad desde la perspectiva epistemológica denominada “paradigma estructural (SP)” porque para Aragón-Durand (2009) “el desastre no se enmarca únicamente en procesos geográficos, más bien se enmarca en los factores estructurales tales como pobreza, la cual es una de las condiciones sociales que resulta en vulnerabilidad; bajo esta visión, vulnerabilidad es tomada en el centro de la causas que explican el desastre”. Es decir, cualquier elemento del territorio puede ser vulnerable si las condiciones propicias se presentan. Westage y O’Keefe (1976) y Blaikie, Cannon, Davis & Wisner (1994) defienden esta visión epistemológica porque primero proponen que el desastre y desarrollo siempre están relacionados y segundo que desastre es una constante interacción entre fenómenos naturales extremos y grupos humanos vulnerables. Para Hewit (1997), las personas y las instituciones son actores claves en las condiciones en que se presenta y se desarrolla la vulnerabilidad. De hecho, la vulnerabilidad es una potencial situación vinculada con la vida diaria de las personas e involucra su capacidad de respuesta, resistencia y recuperación del daño.

Entonces, si el ser humano ocupa un lugar en el espacio, la vulnerabilidad tiene una dimensión espacial. Aragón-Durand (2009) señala que el análisis espacial de la vulnerabilidad concierne tanto a los diferentes riesgos geográficos como a las desventajas sociales. De igual manera, para Wisner *et al.* (2003) vulnerabilidad es el grado que tienen ciertos grupos de la sociedad a sufrir daños y pérdidas producto de la ocurrencia de diferentes amenazas. Entonces ¿Qué elementos estarían entre las posibles pérdidas de esta sociedad? Serían elementos que estructuran y articulan el territorio, los denominados elementos esenciales según D’Ercole & Metzger (2002) y en forma general cualquier elemento del cual dependa la población por ejemplo las edificaciones.

Es así como se denota la necesidad de reflexionar los riesgos, no únicamente desde los territorios amenazados, sino desde los territorios más vulnerables, más estratégicos que requieren protección y donde continuamente las consecuencias de los desastres podrían ocasionar pérdidas y retrocesos y este sería el caso de la ciudad de Ibarra.

## 1.2. PROBLEMA

Según Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012) “las amenazas que mayor impacto han causado en el Ecuador son las inundaciones, los eventos sísmicos, volcánicos y los movimientos de masas o deslizamientos”. De ahí, surge la necesidad de estudiar la vulnerabilidad territorial frente a estas amenazas, a través de un enfoque físico estructural.

Entonces, es necesario identificar la estructura funcional, la cual puede ser caracterizada a través de la localización de los elementos más importantes del territorio, denominados elementos esenciales. Esto permitirá identificar los ejes primordiales para el funcionamiento del espacio territorial y al identificar la vulnerabilidad de cada elemento esencial, se podrá identificar los sectores más vulnerables de la ciudad por su grado de importancia dentro de la misma. Sin embargo, es necesario analizar todos los lugares de concentración de la población, por lo cual es indispensable analizar la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones al ser estos los lugares de morada de la población en general. Por eso, es necesario analizar la susceptibilidad de cada edificación dentro de la ciudad pero específicamente hacia cuatro amenazas antes mencionadas.

Pese a las limitaciones existentes en estudios de vulnerabilidad habitualmente por la generalidad de la escala y vacíos en el territorio, estudios de este tipo pone en evidencia la necesidad de reflexionar y replantear la vulnerabilidad. Pues, ahora es sesgado considerar la vulnerabilidad como la susceptibilidad del territorio producto de su exposición a los diferentes grados de amenazas; hoy más bien, es el conjunto de susceptibilidades y el grado de resiliencia que presentan los elementos del territorio frente a un evento catastrófico. De hecho, la vulnerabilidad físico estructural resultará de la susceptibilidad en particular que presente cada elemento estructural de las edificaciones, como de la vulnerabilidad que presenten los espacios territoriales frente al desastre.

Bajo este precepto, es evidente la necesidad de obtener una metodología clara respecto a los criterios técnicos y metodológicos que permitan la identificación de la vulnerabilidad

físico estructural de las edificaciones de la ciudad de Ibarra, teniendo presente, al menos lo más significativo, es decir, lo que se puede perder y lo que es necesario proteger con el fin de priorizar la gestión de riesgos en la ciudad.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Determinar la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones, ante cuatro tipo de amenazas: sísmica, volcánica, inundaciones y deslizamientos en la ciudad de Ibarra.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Identificar los elementos y espacios geográficos estratégicos a través de la ubicación de los elementos esenciales y el estado de accesibilidad de la ciudad.
- Analizar la vulnerabilidad de los elementos esenciales a: sismos, inundaciones, erupciones volcánicas y deslizamientos.
- Delimitar los sectores vulnerables de la ciudad de Ibarra ante la presencia de cuatro tipo de amenazas: sísmica, volcánica, deslizamientos e inundaciones, considerando la vulnerabilidad físico estructural, la densidad poblacional y la concentración de los elementos esenciales.

#### **1.4. PREGUNTAS DIRECTRICES**

¿Cómo se produce la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones en el territorio de la ciudad de Ibarra?

¿Cómo se produce la vulnerabilidad de los elementos esenciales?

¿Cuáles son los sectores vulnerables del cantón Ibarra ante amenazas: sísmica, volcánica, deslizamientos e inundaciones y cuáles serían las zonas prioritarias para la gestión de riesgos?

## **CAPÍTULO II**

### **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

En este capítulo se presenta una revisión de los conceptos básicos que vinculan y fundamentan esta investigación, son provenientes de investigaciones afines extraídas de libros, revistas y documentos especializados.

#### **2.1. MARCO LEGAL**

El marco legal principal de la Gestión de Riesgos en el Ecuador está conformado por:

- La Constitución de la República del Ecuador
- La Ley de Seguridad Pública y del Estado
- El Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado

Para la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012:25) la Constitución de la República se refiere a la gestión de riesgos en el marco de dos sistemas:

- a) Como componente del Sistema Nacional de Inclusión y Equidad Social.
- b) Como función del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos y de su ente rector.

Además, una de las competencias de la gestión de riesgos es el análisis de la vulnerabilidad dentro de cada uno de los territorios y eso se enmarca en cada uno de los siguientes artículos de la Constitución de la República:

Artículo 261. Una de las competencias del Estado es el “manejo de desastres naturales”. Sin embargo el Gobierno Central no es la única entidad que tiene competencias dentro del territorio, actualmente el Estado comparte muchas competencias con los Gobiernos Autónomos Descentralizados.

Artículo 389. El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

“El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional”.

El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.

4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
  
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
  
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
  
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

### **2.1.1. LEY DE SEGURIDAD PÚBLICA Y DEL ESTADO**

Dentro de la Ley de Seguridad Pública y del Estado se citan los artículos 11 y 18.

Artículo 11, literal d:

La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la *vulnerabilidad*, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

Artículo 18, literal g:

Rectoría del Sistema. “El Estado ejerce la rectoría del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos (...), cuyas competencias son:

Formular convenios de cooperación interinstitucional destinados al desarrollo de la investigación científica, para identificar los riesgos existentes, facilitar el monitoreo y la vigilancia de amenazas, para el estudio de vulnerabilidades.

Justamente, este último artículo es uno de los principales que respalda la realización de la presente investigación al permitir un convenio interinstitucional entre el Estado a través de la Secretaría Nacional de Riesgos y la Universidad Técnica del Norte con el fin de estudiar la vulnerabilidad en la ciudad de Ibarra.

### **2.1.2. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO PARA EL BUEN VIVIR: 2013-2017**

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo (2013-2017) se establece la reducción de la vulnerabilidad de la población dentro de una de las líneas estratégicas del objetivo 3, específicamente política 3.11 que se cita a continuación:

Objetivo 3. Mejorar la calidad de vida de la población.

3.11. Garantizar la preservación y protección integral del patrimonio cultural y natural y de la ciudadanía ante las amenazas y riesgos de origen natural o antrópico.

b. Incorporar la gestión integral, preventiva y sustentable de riesgos en los procesos de planificación y ordenamiento territorial nacional y local, para **reducir la vulnerabilidad** de las poblaciones ante las amenazas, principalmente las de origen hidrometeorológico.

### **2.1.3. PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD INTEGRAL Y AGENDAS DE SEGURIDAD**

Para Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012:31) “El Plan Nacional de Seguridad Integral, contempla 6 objetivos, 14 políticas y 69 estrategias; de las cuales, el Objetivo 4 aborda la variable de Gestión de Riesgos con 2 políticas y 9 estrategias”.

Objetivo 4

“Reducir la *vulnerabilidad* de las personas, la colectividad y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural y/o antrópico”.

De hecho, este objetivo junto al dispuesto dentro del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 y los artículos dispuestos en la Constitución fundamentaron la realización de esta investigación, porque el objeto de fondo de esta investigación es el de aportar lineamientos para la reducción de la vulnerabilidad de la población a través de la caracterización de la vulnerabilidad territorial por medio de la identificación de la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones y elementos esenciales.

## **2.2. ESPACIO GEOGRÁFICO**

“Es un espacio habitable, donde las condiciones naturales permiten la organización de la vida en la sociedad” (Romero *et. al*, 2000: 78). De hecho, el espacio geográfico (sin necesidad de mencionar la cantidad de acepciones de dicho término), es el medio natural por el cual, los seres vivos consiguen los recursos necesarios para su supervivencia. Está constituido por elementos que interactúan constantemente dando como resultado una cohesión armoniosa. Por consiguiente, si uno de estos elementos cambia o deja de funcionar correctamente (por factores como: cambio climático, deforestación, o actividades antropogénicas) todo el conjunto se ve afectado y obligado a la búsqueda de constante armonía entre sus entes y factores.

### **2.3. COMUNIDAD Y MEDIO AMBIENTE**

Medio Ambiente ha sido definido como “el conjunto de elementos físicos, químicos, biológicos y sociales que caracterizan un espacio e influyen en la vida de un grupo humano” (Galochet, 2009: 9). Asimismo para Galochet (2009), el medio ambiente es considerado como una construcción social que engloba todas las relaciones entre naturaleza y sociedad, entre naturaleza y cultura, cuyo análisis se inscribe en territorios animados por juegos de actores que implican opciones políticas.

Por otro lado, una comunidad humana es un sistema. Los elementos que la conforman son personas: individuos integrados en parejas, familias, colegios, oficinas, fábricas, organizaciones, clubes, cuadras, manzanas, barrios, etc. La conforman, igualmente, elementos materiales, tangibles y concretos, como son las edificaciones públicas y privadas, vías y medios de comunicación, redes de servicios públicos y todo lo que comúnmente conocemos como infraestructura física, los recursos descritos a la infraestructura y a la superestructura, al medio ambiente cultural y natural de la comunidad (Maskrey, 1993).

De hecho, la existencia de estos últimos elementos genera procesos de interacción dinámicos en la comunidad. Esto la convierte en un sistema complejo de individuos vinculados y animados por un propósito común, el cual existe en condiciones determinadas y concretas de tiempo y de lugar, un medio ambiente natural y cultural particular; lo que a la vez también constituye en sí y por sí mismo un sistema, con el cual la comunidad interactúa de manera permanente. En efecto, Maskrey (1993) afirma que esta interacción permite delimitar características geológicas y sísmicas, condiciones meteorológicas, y las características bióticas y abióticas (incluyendo las influencias culturales) de la porción particular del territorio que la comunidad ocupa.

Es sin duda, la interacción del sistema "comunidad" con el sistema "medio ambiente" la que genera un nuevo sistema denominado sistema territorial, cualitativamente superior a los dos anteriores, pero a la vez integrador. “El sistema territorial es el conjunto de todos los elementos, ya sean naturales, culturales o de diversa índole, que interactúan en un

espacio geográfico cualquiera, y que dan como resultado la formación de un territorio” (Noriega, 2010: 6).

## **2.4. TERRITORIO**

La Real Academia Española (2001) define al territorio como una “porción de la superficie terrestre perteneciente a una nación, región, provincia, etc.” También, lo define como “un terreno o lugar concreto (...) donde vive un determinado animal, o grupo de animales relacionados por vínculos genéticos”.

Territorio puede definirse también como “el espacio geográfico adscrito a un ser, a una comunidad, a un ente de cualquier naturaleza, física o inmaterial: el espacio de vida de un animal, el área de aparición de una especie vegetal, el ámbito de difusión de una lengua o de cualquier otra práctica social, etc. (...)”. Es, “en definitiva el espacio geográfico en el que se vive y que corresponde manejar y administrar para bien de los individuos y del conjunto de la comunidad” (Zoido, 1998: 25). En cualquier caso las definiciones de territorio, a diferencia del espacio geográfico, implican en cierto modo propiedad, es decir, es una parte del espacio geográfico que una comunidad humana o animal, una sociedad, una nación, provincia, la reclaman como suya. Pero, desde un punto de vista estrictamente ecológico o naturalista, “el territorio podría definirse también como una porción del medio físico donde se dan las condiciones naturales necesarias para la formación, mantenimiento y desarrollo de un tipo concreto de vida, ya sea animal o vegetal” (Noriega, 2010).

En realidad, el territorio el sustrato fundamental para la vida, es donde se manifiestan los fenómenos naturales y en muchos de los casos los desastres. En palabras de O'Keefe (1976), “sin personas no hay desastres” citado por Adger (1999:251). Esto significa que surge un desastre, cuando por múltiples razones, la comunidad es incapaz de transformar sus estructuras, adaptar sus ritmos y redelinear la dirección de sus procesos como respuesta ávida, flexible y pertinente a los cambios del medio ambiente; a la vez surge cuando los

diseños sociales (los porqués de una comunidad) no responden adecuadamente a la realidad del momento que les exige una respuesta.

## **2.5. DESASTRE NATURAL**

Se define a desastre como un “evento identificable en el tiempo y el espacio, en el cual una comunidad ve afectado su funcionamiento normal, con pérdidas de vidas y daños de magnitud en sus propiedades y servicios, que impiden el cumplimiento de las actividades esenciales y normales de la sociedad” (UNDRO, 1979, citado Wilches-Chaux, 1993:14). Por otro lado, otras acepciones considera al desastre como el carácter imprevisto de fenómenos naturales, la impreparación de los gobiernos para enfrentarlos y los traumatismos sociales o políticos que pueden ocasionar. Por lo cual, al desastre se lo define como el resultado del riesgo por la vulnerabilidad (Cuny 1983:140, citado por Wilches-Chaux, 1993:14).

$$\text{Desastre} = \text{Riesgo} \times \text{Vulnerabilidad}$$

Al ser el desastre el resultado de una interacción dinámica entre el riesgo y la vulnerabilidad es necesario profundizar en las acepciones de riesgo y vulnerabilidad.

## **2.6. RIESGO**

“Se entiende al riesgo como una probabilidad de ocurrencia de un desastre o de daños y parte de la interacción de elementos dinámicos y cambiantes como es la amenaza y la vulnerabilidad” (UNDRO, 1979, citado por Cardona 2002:9). Entonces, se podría entender al riesgo como cualquier fenómeno de origen natural o humano capaz de producir un cambio en el medio ambiente y alterar la cotidianidad de una comunidad, especialmente si esta es vulnerable a ese fenómeno. Por lo tanto, para que se produzca un escenario de riesgo es necesario la presencia de un fenómeno natural o antrópico que actúa como una

amenaza para una comunidad, cuyas características intrínsecas la pueden hacer vulnerable y cuyos elementos serán llamados elementos en riesgo.

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

### **2.6.1. ELEMENTOS DE RIESGO**

“Son la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada” (UNDRO, 1979, citado por Cardona, 2002:9).

## **2.7. FENÓMENO NATURAL**

Es toda manifestación de la naturaleza. Se refiere a cualquier expresión que adopta la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno. Existen fenómenos de cierta regularidad como son: las lluvias en época invernal y los fenómenos de aparición extraordinaria y sorprendente como por ejemplo: los terremotos, tsunamis o una lluvia torrencial. Los fenómenos naturales de extraordinaria ocurrencia pueden ser previsibles o imprevisibles dependiendo del grado de conocimiento que los hombres tengan acerca del funcionamiento de la naturaleza (Maskrey, 1993).

## **2.8. AMENAZA**

“Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado” (UNDRO, 1979, citado por Cardona, 2002:9). Pero, sin duda, “amenaza es la probabilidad de que ocurra un riesgo frente al cual una comunidad particular es vulnerable” (Wilches-Chaux, 1993:44). Sin embargo, evaluar la amenaza, probabilísticamente es muy difícil, porque esta, se convierte en un sistema complejo de probabilidades y en la mayoría de los casos no se cuenta con información

suficiente para su análisis. Por ejemplo, la recurrencia y la intensidad esperada son dos elementos muy difíciles de valorar al momento de calificar a la amenaza. Y en muchos de los casos, la única información disponible es la de eventos pasados. De hecho, según Caballero, Rendón y Vargas (1998) “la amenaza debe ser considerada como un elemento externo, que representa peligro para el hombre y su infraestructura, se debe precisar lo más clara posible en cuanto a: probabilidad de ocurrencia y/o magnitud, área de influencia y recurrencia”.

La evaluación de la amenaza es presentada de manera sintética a través de los llamados “mapas de amenaza”. Según Caballero, Rendón y Vargas (1998) “los mapas de amenaza delimitan zonas de igual grado o nivel de amenaza, de acuerdo a las valoraciones estadísticas o cualitativas realizadas”. Sin duda, su graficación es viable a través del uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) pues agilizan el proceso al permitir el uso de un mayor número de variables.

## **2.9. VULNERABILIDAD**

Existen varias definiciones para vulnerabilidad, dependiendo del contexto en que es utilizada, pero se citará dos definiciones relevantes que se complementan entre sí:

“La propensión de un elemento o de un conjunto de elementos a sufrir ataques y daños en caso de manifestación de fenómenos destructores y/o generar condiciones propicias a su ocurrencia o al agravamiento de sus efectos” (D’Ercole 1998, citado por Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2012).

“Las características de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural” (Blaikie, Cannon, Davis, & Wisner, 1994).

La importancia de estos conceptos radica en la visión nueva y holística de observar la vulnerabilidad. De hecho, este nuevo tipo de visión permite ver a la vulnerabilidad ya no únicamente como la susceptibilidad que posee un objeto, proveniente de sus características intrínsecas de sufrir daños; sino además como la fuente causante de otros daños o nuevas vulnerabilidades en otros elementos del territorio. Además una nueva visión de la vulnerabilidad aparece a partir de una lectura de las capacidades de los elementos territoriales (como son la población, los equipamientos, las infraestructuras), por lo que no sólo se mide la debilidad o susceptibilidad, sino más bien se identifican las condiciones favorables que permitan soportar un evento adverso (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos , 2012).

Por otro lado, la asociación de la vulnerabilidad con los procesos del cambio climático, según Downing (1991), citado por Adger (1999) “los impactos de los eventos climáticos extremos (...) acrecientan la vulnerabilidad”. Según esta visión “son los fenómenos naturales extremos los factores importantes. Entonces, “la vulnerabilidad es el producto del cambio climático y por ende analizar los datos históricos de sitios vulnerables hasta el presente día es necesario” (Adger, 1999). Sin embargo, un estado de vulnerabilidad genera un modelo social vulnerable, que puede tener como uno de sus factores principales al cambio climático, no obstante, primero se deberá enfocar los aspectos sociales sobre el fenómeno. De hecho, “la vulnerabilidad puede ser un estado que abarque la naturaleza colectiva de un grupo o de una comunidad a los impactos del cambio climático” (Adger, 1999); empero, “no se debe obviar una serie de factores sociales como: género, etnia, edad, analfabetismo; factores institucionales y finalmente los factores económicos” (Adger, 1999).

Por lo tanto, es necesario entender a la vulnerabilidad como el grado de susceptibilidad de un elemento a sufrir daños por efecto de una amenaza o peligro, de origen natural o antrópico; para lo cual, se considerará la influencia de los antecedentes históricos del territorio y la influencia de los factores sociales sobre dicha susceptibilidad. A la vez, la vulnerabilidad da una óptica más profunda sobre el grado de resistencia que presente dicho

elemento al daño, su influencia a otros elementos y su capacidad para recuperarse posteriormente.

### **2.9.1. EL ESTADO DE LA VULNERABILIDAD**

“Para abordar la vulnerabilidad en el contexto de los riesgos se debe definir frente a qué se es vulnerable el elemento” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos , 2012). Según esta perspectiva existen dos estados de vulnerabilidad:

#### **2.9.1.1. Vulnerabilidad desde las Capacidades Establecidas**

“Características de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural“ (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos , 2012).

#### **2.9.1.2. Vulnerabilidad Definida desde las Amenazas o sus Niveles de Exposición**

“Diferentes formas acerca de cómo un elemento puede ser afectado por una amenaza medida en relación a sus niveles de intensidad” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos , 2012). En efecto, cada estado de vulnerabilidad establece diversas formas o tipos de vulnerabilidad.

### **2.9.2. TIPOS DE VULNERABILIDAD**

Dentro del tema de las vulnerabilidades, existen diferentes tipos de vulnerabilidades y factores que lo definen. De esta forma, las vulnerabilidades consideradas dentro del marco del presente estudio se señalan a continuación:

### **2.9.2.1. Vulnerabilidad Social**

La vulnerabilidad social se ha definido como la escasa capacidad de respuesta individual o grupal ante riesgos y contingencia y también como la predisposición a la caída del nivel de bienestar, derivada de una configuración de atributos negativos, lograr retornos materiales y simbólicos. Por ende, se puede afirmar que es también una predisposición negativa para la superación de condiciones adversas. Así, ciertas categorías sociales, como la determinada por la condición ocupacional, la pertenencia a determinados grupos étnicos, género o edades y sus combinaciones señalarán diversos tipos y grados de predisposición (Filgueiras, 2002, citado por Estacio, 2005).

### **2.9.2.2. Vulnerabilidad Territorial**

Se la entiende como los cambios físicos del uso del suelo, las dinámicas de los asentamientos humanos y las dinámicas socioeconómicas que degradan el territorio o el paisaje y medio ambiente natural y urbano haciéndolo, cada vez, menos protegido contra eventos expuestos (Pigeon, 2002, citado por Estacio, 2005).

La vulnerabilidad territorial se puede definir como el resultado, a nivel de un territorio, de la transmisión de las vulnerabilidades particulares que caracterizan a la vez a espacios y elementos esenciales para el funcionamiento del territorio, así como de las políticas y acciones que apuntan a reducir tales vulnerabilidades (Metzger & D'Ercole, 2004). Entonces, si la vulnerabilidad territorial es producto de las dinámicas de los asentamientos humanos y las dinámicas socioeconómicas que degradan el medio ambiente, es necesario identificar los elementos esenciales para el funcionamiento del territorio, su vulnerabilidad y su capacidad de transmitir vulnerabilidades al territorio. Esto con el fin de caracterizar el territorio y sus espacios estratégicos. Además, el análisis de la vulnerabilidad territorial implica un análisis de la vulnerabilidad espacial y físico estructural del territorio.

#### **2.9.2.2.1. Vulnerabilidad Espacial**

La vulnerabilidad espacial deber ser apreciada en función de datos localizados que expresan un potencial de vulnerabilidad, es decir, identificar una fragilidad a priori de los

lugares. En síntesis, es la combinación de datos y permite evidenciar, al interior del territorio, espacios diferenciados según el tipo de debilidades y un grado de vulnerabilidad, a través de enfoques cualitativos y cuantitativos (Metzger & D'Ercole, 2004).

#### **2.9.2.2.2. Vulnerabilidad Física del Territorio**

“Se refiere especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para "absorber" los efectos de esos riesgos” (Wilches-Chaux, 1993:25). Por ejemplo, frente al riesgo de terremoto, la vulnerabilidad física se traduce, primero, en la localización de la comunidad en cercanías a fallas geológicas activas y, segundo, en la ausencia de estructuras sismo-resistentes en las edificaciones (Wilches-Chaux, 1993). Es así como, la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones es una forma de vulnerabilidad física del territorio.

#### **2.9.2.2.3. Vulnerabilidad Físico Estructural de las Edificaciones**

Es la susceptibilidad presentada por los elementos estructurales a las diferentes amenazas naturales o antrópicas. Este enfoque parte de un análisis detallado de las características de construcción y de las variables intrínsecas de las estructuras. “Al analizar la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones se trata de entender las diferentes debilidades o falta de resistencia de las estructuras ante diferentes potenciales amenazas de origen natural” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos , 2012). “En este sentido, los catastros municipales son herramientas y claves de información; no obstante, presentan elevados niveles de incertidumbre en su levantamiento y actualización” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos , 2012).

### **2.9.3. PRINCIPALES FACTORES DE LA VULNERABILIDAD**

En la gestión del riesgo, una de las acciones prioritarias es reducir la vulnerabilidad y el riesgo, a fin de mitigar el impacto de los desastres a través de la implementación de medidas estructurales y no estructurales realizadas con la intervención humana. Por esa

razón, identificar los principales factores que estructuran los dos tipos de vulnerabilidad que articulan el presente estudio se detallan en el Cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1.** Principales factores de la vulnerabilidad

<b>Vulnerabilidad social</b>	<b>Vulnerabilidad territorial</b>
Socioeconómicos: Relacionados con criterios específicos de pobreza, marginalidad y sesgo social. Los óptimos procesos económicos de la población influyen en el mejoramiento de su calidad de vida y por ende a una mejor asimilación de eventos adversos. Otros factores que se toman en cuenta son la carencia de servicios básicos y necesidades básicas como la educación, salud, alimentación y vivienda.	Problemas ambientales y físicos: Medidos por problemas de degradación ambiental y deterioro del paisaje natural. Estos cambios a veces negativos del medio dados por cambios y conflictos del uso del suelo son a veces poco favorables en los medios naturales constituyendo una antropización y reconstrucción artificial del medio que lo convierte en más susceptible.
Sociodemográfico: Tiene que ver con las características de la población y sus niveles de concentración y dispersión en el territorio. Así, un criterio podría ser la alta densidad de población sin educación en zonas expuestas a amenazas es más vulnerable por mayores posibles consecuencias adversas (punto de vista social) (Donze, 2002).	Conflictos de asentamientos humanos: Complementado el factor anterior todo asentamiento humano puede representar una mayor debilidad en el territorio según sus modelos de desarrollo. Una ciudad más competitiva y global es menos vulnerable que las ciudades marginales y poco gestionadas. En caso de desastres una ciudad planificada construirá una condición determinante en la planificación preventiva y manejo de crisis (Beck, 2001).
Socioculturales: Condiciones culturales y étnicas sobre la percepción del riesgo en vías de forjar un cultura de resiliencia al riesgo (Sierra, 1999).	

Fuente: Estacio (2005)  
Adaptación propia

#### **2.9.4. MÉTODOS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD**

Por el fin que persigue la siguiente investigación los métodos fueron focalizados para evaluar la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones del tipo cuantitativo.

### 2.9.4.1. Métodos para Evaluar la Vulnerabilidad Estructural de las Edificaciones

“Los métodos para evaluar la vulnerabilidad estructural de las edificaciones pueden clasificarse en métodos cualitativos, cuantitativos y métodos híbridos que hacen uso mixto de los primeros dos” (Yépez, 1995).

#### 2.9.4.1.1. Métodos Cuantitativos

“Son métodos que buscan clasificar estructuras en grupos y tipos de vulnerabilidad, con el propósito de priorizar las acciones futuras que se puedan implementar para reducir la misma” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos , 2012). Los métodos cuantitativos utilizan variables e indicadores (cuadro 2.2) como se indica son necesarios para establecer niveles y tipos de vulnerabilidad.

**Cuadro 2.2.** Variables e indicadores en estudios de vulnerabilidad

<b>Tipo de vulnerabilidad</b>	<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Niveles de indicadores establecidos</b>	<b>Niveles de vulnerabilidad</b>
Cada factor establece el tipo de vulnerabilidad.	Se describen las variables consideradas como factores a estudiar.	Establece un indicador (magnitud estadística) que clasifique y defina de forma más precisa, el objeto del factor de vulnerabilidad.	Establece a mayor detalle la caracterización del indicador permitiendo diferenciarlo de segmentos que pueden ser cualitativos y cuantitativos.	Señala las tendencias altas, medias y bajas de vulnerabilidad.

Fuente: Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012)

Adaptación propia

### 2.9.5. ELEMENTOS ESTRUCTURALES SUJETOS A VULNERABILIDAD

Son aquellos elementos que estructuran el territorio y que son propensos a ser vulnerables. Para la presente investigación se ha considerado los siguientes elementos y estructuras para el análisis de la vulnerabilidad: edificaciones, elementos esenciales y vías interpretadas a través de la accesibilidad.

### 2.9.5.1. Edificaciones

Según Real Academia Española (2001) “una edificación es una construcción fija, hecha con materiales resistentes, para habitación humana o para otros usos”.

### 2.9.5.2. Accesibilidad

“La accesibilidad es «el conjunto de posibilidades efectivas de conectar dos lugares mediante un desplazamiento” (Metzger & D'Ercole, 2004). De hecho, si se refiere a un lugar preciso, «la accesibilidad de los espacios corresponde al grado de facilidad con que se puede llegar a él» (Belguin, 1995, citado por Metzger & D'Ercole, 2004). Efectivamente, “la accesibilidad de los lugares depende estrechamente del sistema de movilidad y si es estructuralmente poco funcional, será coyunturalmente perturbado, por lo cual, la accesibilidad de los espacios soportará estas consecuencias” (Metzger & D'Ercole, 2004). Si tal accesibilidad se ve perturbada, aparecen vulnerabilidades que se manifiestan a escalas espaciales diferentes; de hecho, si se afecta la calidad de la accesibilidad en un sector de la ciudad, esta perturbación influirá directamente en la vulnerabilidad de las edificaciones, los elementos esenciales y por supuesto la población. Sin duda, la pérdida de accesibilidad afectará también las actividades humanas y a la economía en general.

### 2.9.5.3. Elementos Esenciales

“Un elemento esencial es aquel que permite dar cuenta de manera localizada las claves del funcionamiento territorial con el fin de identificar los lugares que merecen: una atención particular en términos de análisis de vulnerabilidad y de política de reducción de los riesgos” (D'Ercole & Metzger, 2002). La identificación de los elementos esenciales se la realiza a través de tres campos considerados indispensables para la existencia y el funcionamiento de un territorio:

- El primero se refiere a **la población y sus necesidades intrínsecas**. Se trata particularmente de los servicios de salud y educación, aunque también de todo lo que puede contribuir al esparcimiento del individuo y de la colectividad, desde las

posibilidades recreativas hasta los medios de vivir y expresar una identidad a través de la cultura y el patrimonio (D'Ercole & Metzger, 2002).

- El segundo se refiere a la **logística urbana** que son otros tantos servicios e infraestructuras imprescindibles para la población: el abastecimiento de agua, de alimentos, de energía eléctrica y de combustibles, las telecomunicaciones y la movilidad (D'Ercole & Metzger, 2002).

- El tercero se refiere a la **capacidad de gestión y administración**. La capacidad de gestión, de administración, de producción de riqueza de una ciudad constituye, con el apoyo de su población, la palanca de su desarrollo (D'Ercole & Metzger, 2002).

Seleccionados los campos, el análisis se realizará sobre 14 áreas, agrupadas del acuerdo al Cuadro 2.3

**Cuadro 2.3.** Áreas esenciales del cantón Ibarra

<b>Grupos</b>	<b>Área</b>
Población y sus necesidades	Educación
	Salud
	Recreación
	Patrimonio
	Equipamiento
Logística urbana	Abastecimiento de agua
	Abastecimiento de alimentos
	Abastecimiento de electricidad
	Abastecimiento de combustibles
	Movilidad
	Comunicaciones
	Infraestructura sanitaria
Capacidad de Gestión y Administración	Administración
	Seguridad y organismos de apoyo

Fuente: D'Ercole & Metzger (2002)

Adaptación propia

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se describe los materiales que se emplearon en la presente investigación. Conjuntamente, se desarrolla de manera sistemática y secuencial las diferentes etapas del proceso investigativo.

#### 3.1. MATERIALES

Los materiales utilizados en el desarrollo de la presente investigación se los ha clasificado en: materiales de campo y materiales de gabinete, los cuales se detallan en el cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1.** Lista de los materiales que se utilizaron en el presente proyecto

Materiales de campo	Materiales de gabinete
<ul style="list-style-type: none"><li>• GPS (Sistema de Posicionamiento Global)</li><li>• Cámara digital</li><li>• Libreta de campo</li></ul>	Computadora personal
	Carta topográfica de la ciudad de Ibarra. Escala 1: 25.000. (IGM)
	Mapa sismo tectónico del Ecuador.
	Mapa de amenaza sísmica del Ecuador (IGEPN)
	Mapa geológico del cantón. Escala 1:100.000
	Mapa de cobertura vegetal del cantón (2011). Escala 1:50.000
	Planos catastrales del cantón Ibarra. Escala 1:1.000.
	Plan de Ordenamiento Territorial del cantón.
	Plan de Ordenamiento Territorial de la provincia.
	Software ArcGIS 10.0
	Software Red-Datan
	Software Statistical Package for the Social Sciences 18 (SPSS)
	Literatura especializada

### **3.2. LIMITACIONES**

Los aportes realizados en el presente estudio, se han delimitado exclusivamente al espacio administrativo de la ciudad de Ibarra. De igual manera, debido a la complejidad del funcionamiento urbano y su dinámica de crecimiento estructural, el estudio se ha realizado con datos obtenidos del catastro municipal (hasta el año 2012) y se ha enfocado en el análisis a las características físico estructurales más relevantes de las edificaciones y sobre todo se ha puesto especial interés en aquellos edificios en el que el análisis espacial cumple un rol importante en el funcionamiento de la ciudad, lo cual significa infraestructuras tales como: edificios administrativos, subestaciones eléctricas (que serán definidas más adelante).

De hecho, el objetivo de estudio se ha centralizado más hacia un análisis espacial de la vulnerabilidad de las edificaciones hacia las amenazas: sísmica, inundaciones, volcánica y deslizamientos, pero abordada desde las características más intrínsecas, es decir su susceptibilidad físico estructural; y más no desde la exposición a la amenaza, esto debido a la diferencia de escalas cartográficas disponibles. Mientras el catastro municipal se encuentra a una escala cartográfica 1:5.000 existen amenazas como la sísmica y la volcánica cartografiadas a escalas 1: 250.000. Asimismo, elaborar cartografía de amenazas como deslizamientos e inundaciones o de las dos amenazas antes mencionadas a escalas a detalle es muy difícil, primero porque no existen registros históricos a detalle de eventos catastróficos como por ejemplo: altura alcanzada por la ceniza en la última erupción del volcán Imbabura; y segundo porque simplemente la cartografía base está a escalas muy variadas y pequeñas, por ejemplo únicamente existe cartografía geológica del Ecuador a escala 1:100.000, mientras el uso de suelo o el régimen de humedad del suelo se encuentran a escalas 1:50.000.

Otro objetivo importante del estudio es el análisis de la vulnerabilidad de los elementos considerados esenciales para el funcionamiento de la ciudad, para lo cual se considera la vulnerabilidad físico estructural de estos (a las cuatro amenazas antes citadas) por la escala cartográfica a la que se encuentran levantados y la vulnerabilidad funcional por

dependencia. Finalmente, otro objetivo vital es la determinación de los sectores más vulnerables de la ciudad tomando como referencia la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones y a la vez la densidad poblacional, porque esencialmente una edificación se vuelve más vulnerable si está habitada. Entonces, para el cumplimiento de esta última meta se superó la limitación espacial al considerar para el estudio la siguiente unidad territorial, el sector censal, por contener información poblacional a una escala cartográfica de 1:5.000.

Asimismo, hay que reconocer que un análisis de vulnerabilidad conlleva un estudio muy profundo de diversos factores, como son aquellos relacionados con el posible daño generado por exposición o el rol de las instituciones frente a la reducción de vulnerabilidades, pero por el objeto del estudio y por la limitación de la información cartográfica a nivel nacional se optó por considerar una metodología donde se evalúa la vulnerabilidad desde el interior de la edificación y el gradual crecimiento de la misma y la forma como la transmite al territorio, sí se incorporan más factores como elementos esenciales de funcionamiento y densidad poblacional.

Cabe señalar, que el análisis de consecuencias poblacionales, ambientales, sociales y económicas no representa el objetivo central de este estudio. No obstante, se ha intentado realizar un análisis aproximativo de consecuencias poblacionales a través de la comparación de información en lo referente a consecuencias espaciales en diversos sectores y por ende la aproximación de los posibles barrios más susceptibles. A pesar de ello, al margen de que la vulnerabilidad de las edificaciones pueden aumentar o desaparecer, algunos parámetros considerados en este estudio han sido sobre todo aquellos que muestran grandes debilidades en el territorio, resaltando infraestructuras claves, poco gestionadas y muy poco consideradas al momento de plantear lineamientos para la reducción de vulnerabilidades del territorio.

### **3.3. MÉTODOS**

Los métodos y técnicas utilizados durante la presente investigación, se rigieron por: las características propias del estudio, el problema, los objetivos planteados y las preguntas directrices a las que se dio respuestas. Por lo cual, el proceso metodológico fue dividido en cinco partes:

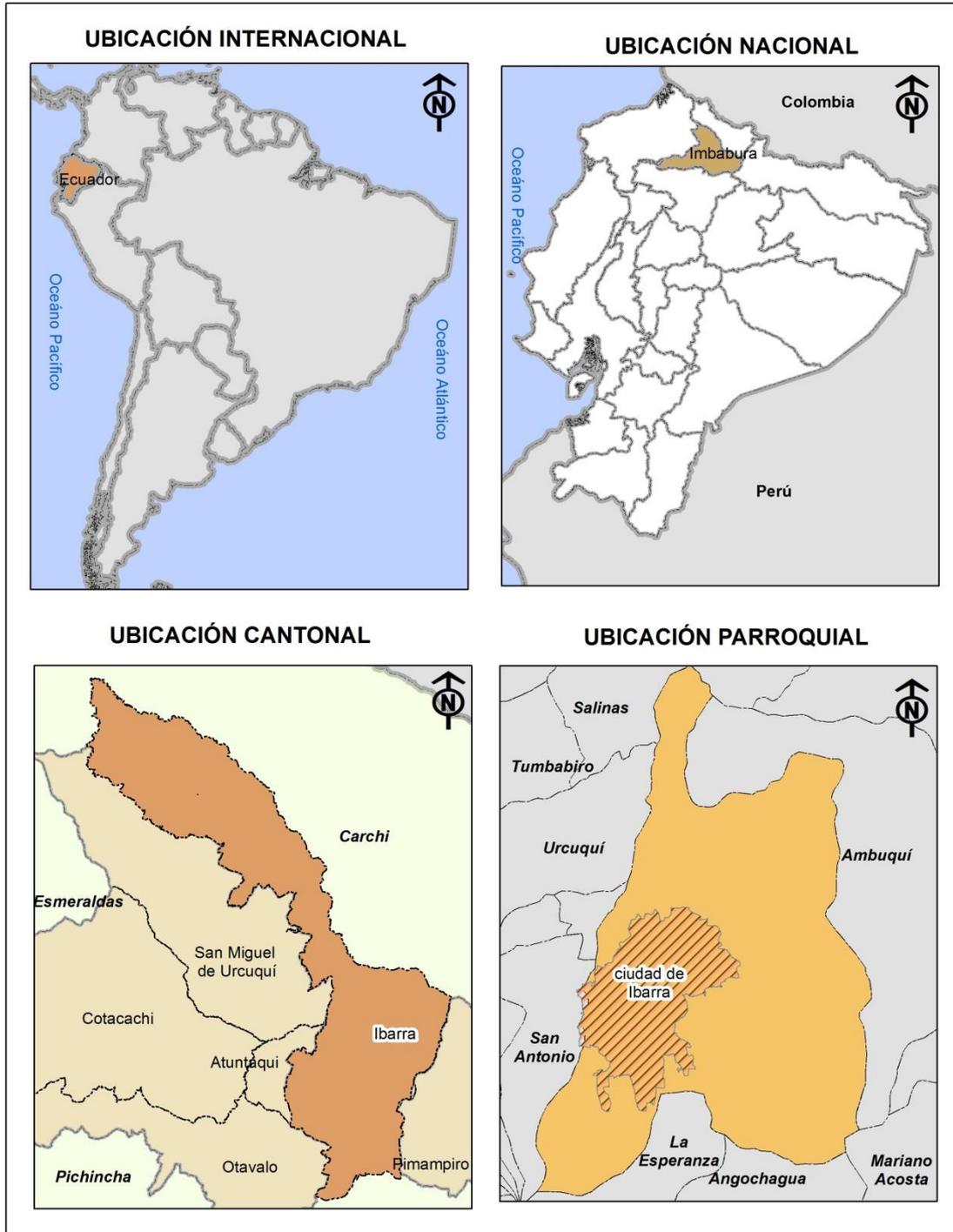
- a. Identificación de los elementos y espacios geográficos estratégicos a través de la determinación de los elementos esenciales y estado de accesibilidad de la ciudad.
- b. Metodología para determinar las variables y ponderaciones de la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones.
- c. Metodología para delimitar los sectores vulnerables de la ciudad a través de la comparación de la vulnerabilidad físico estructural, la densidad poblacional y los elementos esenciales de la ciudad de Ibarra.

#### **3.3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El cantón Ibarra se encuentra ubicado políticamente en la provincia de Imbabura, situada en la sierra norte del Ecuador entre las provincias de Pichincha, Carchi y Esmeraldas. Los límites del cantón son al norte con la provincia del Carchi, al noroeste con la provincia de Esmeraldas, al oeste con los cantones: Urcuquí, Antonio Ante y Otavalo, al este con el cantón Pimampiro y al sur con la provincia de Pichincha. La localización geográfica del cantón Ibarra en UTM de 10.041.000 norte, 820.000 oeste tomando como punto de referencia el centro de la ciudad de Ibarra (Narváez, 2005, citado por PDOT, 2012).

La ciudad de Ibarra, cabecera cantonal y capital de la provincia, se encuentra, entre las coordenadas 00° 20' 00" Latitud Norte y 78° 06' 00" Longitud Oeste, ubicada a 2.228 msnm está estratégicamente ubicada al noreste de Quito, capital de la República a 126 Km, a 135 km de la frontera con Colombia, y a 185 km de San Lorenzo, en el Océano Pacífico

(PDOT, 2012). En la Figura 3.1 se muestra la ubicación geográfica del cantón y de la ciudad de Ibarra.



**Figura 3.1.** Ubicación geográfica del cantón y la ciudad de Ibarra  
Elaboración propia

### **3.3.2. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LOS ELEMENTOS Y ESPACIOS GEOGRÁFICOS ESTRATÉGICOS DE LA CIUDAD DE IBARRA**

Para determinar los elementos estratégicos de la ciudad fue necesario considerar que según D'Ercole & Metzger (2002) “los elementos esenciales son elementos claves del funcionamiento territorial”, es decir estratégicos para el territorio. Por otro lado, caracterizar la accesibilidad de la ciudad permitió identificar sectores estratégicos, por ser espacios estables o frágiles resultado de la buena accesibilidad o poca accesibilidad que a la vez, contribuyen a la vulnerabilidad de las edificaciones y a mejorar o empeorar la movilidad de la población.

Para realizar la caracterización territorial de la ciudad fue necesario establecer metodologías para determinar los elementos esenciales, el estado de accesibilidad.

#### **3.3.2.1. Metodología para Determinar los Elementos Esenciales**

La identificación de los elementos esenciales del cantón Ibarra se realizó en base a la metodología utilizada en estudios recientes en el Distrito Metropolitano de Quito a través de su Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda, y el Institut de Recherche pour le Développement (IRD), que fue aplicada en el estudio predecesor a la presente investigación y tuvo como fin realizar un perfil de la vulnerabilidad en el cantón Ibarra.

Para determinar los elementos esenciales dentro de cada área esencial (descritas en el cuadro 2.3) fue necesario establecer tres criterios fundamentales de importancia: concentración o dependencia, funcionalidad y cobertura, los cuales los señala (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte, 2013). Sin embargo por el objetivo general del presente estudio se identificaron las edificaciones donde funcionan instituciones o empresas esenciales para la ciudad de Ibarra a través del análisis de criterios de importancia.

Establecidos los criterios de importancia, se efectuó visitas de campo a cada uno de los puntos y georeferenciados correctamente con el uso de GPS. Los criterios de importancia son: concentración, dependencia, funcionalidad y cobertura.

#### **3.3.2.1.1. Concentración**

Definida como la máxima cantidad de personas que puede albergar un elemento esencial. Este parámetro se considerará para todas los elementos de los grupos: Administración, Población y sus necesidades, y para el área esencial: Movilidad.

#### **3.3.2.1.2. Dependencia**

“Definida como la relación jerárquica entre dos o más elementos en el correcto funcionamiento de un sistema” (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte, 2013). Este concepto se aplicará para los elementos de los siguientes sistemas: abastecimiento de agua, abastecimiento de electricidad, abastecimiento de combustibles, movilidad, comunicaciones e infraestructura sanitaria.

#### **3.3.2.1.3. Funcionalidad**

“Definida como la capacidad que tiene el elemento para servir y actuar ante un evento (en época de crisis) o para cumplir sus actividades cotidianas (en tiempo normal). Este concepto se aplica a las catorce áreas esenciales” (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte, 2013).

#### **3.3.2.1.4. Cobertura**

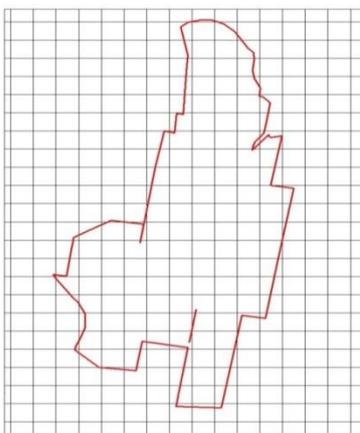
“Definida como la extensión territorial que alcanza el servicio que brinda el elemento. Este concepto se aplica en las 14 áreas” (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte, 2013).

### 3.3.2.2. Metodología para Determinar la Accesibilidad

Se ha definido a la accesibilidad como el “grado de facilidad con que se puede llegar a un lugar” (Belgium, 1995, citado por Metzger y D’Ercole, 2004). Por lo tanto, el método se fundamenta en esta definición y de hecho, no busca establecer lugares puntuales, sino más bien, zonas y el grado de facilidad con el que se puede llegar a estas.

Para medir el grado de accesibilidad de la ciudad es necesario contar con un software de Sistema de Información Geográfica (SIG) y trabajar con el archivo vectorial de las vías de la ciudad. Para la ciudad de Ibarra se trabajó con un archivo vectorial vial a escala 1:50.000. Después, según Metzger y D’Ercole (2004) “El primer paso es dividir a la ciudad en zonas en función de la armazón de la red vial principal, configurada a su vez según la topografía y la hidrografía”. En otras palabras, “se divide a la ciudad en «cuencas viales» delimitadas teniendo en cuenta los ejes viales, las discontinuidades y las barreras físicas de la ciudad” (Metzger & D’Ercole, 2004). En la ciudad de Ibarra se utilizaron como límites interzonales las principales vías, al observar que estas se pueden convertir en principales ejes de transporte o ejes de evacuación en tiempos de crisis.

Luego de realizar la primera zonificación, cada cuenca vial fue dividida en mallas de 500m x 500m (ver figura 3.2), con el fin de homogenizar el área y calificar las variables cuantitativas y cualitativas.

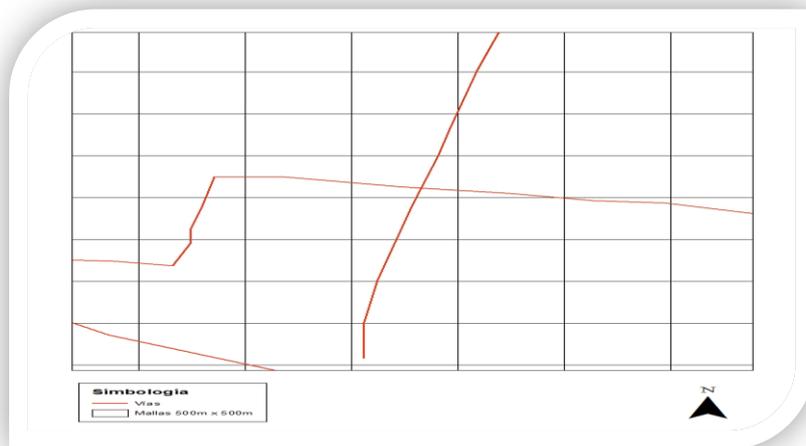


**Figura 3.2.** Forma de la ubicación de mallas sobre cada cuenca vial  
Elaboración propia

Desarrollada la malla, es necesario determinar las variables cuantitativas y cualitativas para calificar la accesibilidad se detallan a continuación:

### 3.3.2.2.1. Número de Vías de Entrada y Salida de Cada Zona.

Con la ayuda de la herramienta SIG, se contabilizó el número de vías en cada zona, para lo cual, primero se registró el número de vías en cada malla, donde fue necesario contrarrestar las capas vectoriales tanto de la malla como de las vías (una pequeña ilustración se observa en la figura 3.3).



**Figura 3.3.** Superposición de capas vectoriales con el fin de contabilizar el número de vías  
Elaboración propia

Después de contabilizar las vías se observó que la mayor cantidad de vías en una zona era veinte y ocho, mientras a la vez, existían zonas con ausencia de vías. Para estimar las zonas con mayor y menor cantidad de vías se procedió a dividir al número de vías en cinco intervalos de clases tomando como referencia el límite superior y el límite inferior, y al final, se obtuvo los intervalos de clases y ponderaciones como muestra el Cuadro 3.2.

**Cuadro 3.2.** Intervalo de clases para determinar el número de vías y ponderación final

<b>Intervalos de clases</b>	<b>Guía de calificación</b>	<b>Ponderación para accesibilidad final</b>
0	No hay vías	0
1-----6.75	Muy baja cantidad de vías	1
6.76---13.5	Baja cantidad de vías	2
13.6---20.25	Media cantidad de vías	3
20.26—28	Alta cantidad de vías	4

Elaboración propia

### 3.3.2.2. Tipo de Revestimiento

Para analizar el tipo de revestimiento se analizó el revestimiento de vías por cada malla y se determinó en promedio el tipo de revestimiento en cada una (ver cuadro 3.3); a la vez, se estableció las ponderaciones respectivas.

**Cuadro 3.3.** Ponderación de los tipos de revestimiento por mallas para determinar la accesibilidad

<b>Tipo de revestimiento por mallas</b>	<b>Guía de calificación</b>	<b>Ponderación para accesibilidad final</b>
Bueno	Revestida en más de un 90% por calles adoquinadas o asfaltadas.	4
Relativamente bueno	Revestida aproximadamente más de un 60% por vías adoquinadas, asfaltadas o con adoquinado de piedra. Además el porcentaje restante de la zona estará revestido por vías empedradas o revestidas de tierra.	3
Relativamente malo	Revestida aproximadamente más de un 60% por vías empedradas o revestidas de segundo orden y tercer orden. Y el porcentaje restante está revestido por vías adoquinadas, asfaltadas o adoquinado de piedra.	2
Malo	Revestida en más de un 90% por calles empedradas o revestidas de tierra.	1
Ninguno	Ausencia de vías	0

Elaboración propia

### 3.3.2.2.3. Conexidad

“La conexidad de una red indica en qué medida de lo posible, partiendo de cualquier punto de un espacio, se puede llegar a los otros puntos de él. Este criterio permite tener una idea de la proporción de “vías sin salida” (Metzger & D'Ercole, 2004). Bajo este precepto, la conexidad se midió en cada malla (500m x 500m) de una forma cualitativa y se la clasificó en cuatro rangos: nula, baja, mediana y alta, los cuales tienen su respectiva ponderación numérica: 0, 1, 2, 3, respectivamente; útil para la calificación de la accesibilidad final.

### 3.3.2.2.4. Existencia o Ausencia de una Vía de Penetración

Con la ayuda de la herramienta SIG, se observó si existe un eje de gran circulación que atraviese la zona de un lado a otro. La calificación de esta variable se lo realizó en la forma de: si existe o no existe.

### 3.3.2.2.5. Pendiente Promedio

Para la ciudad de Ibarra se elaboró un mapa de pendientes escala 1:5.000, que se utilizó para determinar la pendiente en cada zona de la ciudad. La ponderación utilizada para determinar el grado de accesibilidad final se basó en la calificación del tipo de relieve a través de la ponderación numérica y porcentual se detalla en el Cuadro 3.4.

**Cuadro 3.4.** Ponderación de las zonas por grado de pendiente para determinar la accesibilidad

<b>Zonas por grado pendiente</b>	<b>Porcentaje de inclinación</b>	<b>Ponderación para accesibilidad final</b>
Zona estable	0-5%.	4
Zona potencialmente inestable	5-12%	3
Zona mediadamente inestable	12-25%	2
Zona inestable	25-50%	1
Zona muy inestable	50-75%	0
Zona altamente inestable	Mayor a 75%	0

Elaboración propia

### **3.3.2.3. Grado de Accesibilidad Final**

Para determinar el grado de accesibilidad se sumaron las variables: número de vías de entrada y salida, tipo de revestimiento, conexidad, existencia o ausencia de ejes viales de penetración y pendiente promedio. Además, para la ciudad de Ibarra se hizo una consideración espacial a los sectores donde existía la presencia de agua permanentemente. Después de realizar esta suma se variables se procede a calificar la accesibilidad dando como resultado los siguientes tipos: muy buena, buena, media y limitada.

### **3.3.3. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LAS VARIABLES Y PONDERACIONES DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES**

Para analizar este tipo de vulnerabilidad se debe partir de las características físicas de las edificaciones que se encuentran presentes en el catastro municipal (ver cuadro 3.5). Las variables definidas son aquellas que inciden directamente en el comportamiento estructural de la edificación frente a la amenaza considerada. Los valores y pesos en la metodología planteada se deducen a partir del conocimiento del comportamiento estructural de las diferentes tipologías de edificaciones frente a las distintas amenazas posibles, utilizando como modelo experiencias pasadas y literatura técnica especializada (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos , 2012).

**Cuadro 3.5.** Variables e indicadores considerados del catastro urbano.

<b>Variable</b>	<b>Indicadores considerados del catastro urbano</b>		
Sistema estructural	Hormigón armado	Estructura metálica	Estructura de madera
	Estructura de caña	Estructura de pared portante	Mixta/metálica hormigón
	Mixta madera/hormigón		
Tipo de material en paredes	Pared de ladrillo	Pared de bloque	Pared de piedra
	Pared de adobe	Pared de tapial/bahareque	Pared de madera
Tipo de cubierta	Cubierta metálica	Losa de hormigón armado	Vigas de madera y zinc
	Vigas de madera y teja	Caña y zinc	
Sistema de entrepisos	Vigas y entramado de madera	Losa de hormigón armado	Entramado madera/caña
	Entramado metálico	Entramado hormigón metálico	
Número de pisos	1 piso	2 pisos	3 pisos
	4 pisos	5 pisos o más	
Año de construcción	Antes de 1970	Entre 1970 y 1980	Entre 1981 y 1990
	Entre 1991 y 2010		
Estado de conservación	Bueno	Aceptable	Regular
	Malo		
Características del suelo bajo la edificación	Firme, seco	Húmedo	Relleno
	Húmedo	Blando	Inundable
Topografía del sitio	A nivel, plano	Bajo nivel	Sobre nivel
	Escarpe positivo	Escarpe negativo	
Forma de la construcción	Regular	Irregular	Irregular severa

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2012

En la base de datos del catastro cantonal existe información que debe organizarse y disponerse para el análisis. Según Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012) “cada variable debió ser calificada a través de sus diferentes indicadores según el tipo de amenaza” como se detalla en el Cuadro 3.6.

**Cuadro 3.6.** Variables e indicadores físico estructurales de edificaciones urbanas

Variable de vulnerabilidad	Información del catastro	Amenazas			
		Sísmica	Inundación	Deslizamientos	Volcánica
Sistema estructural	Hormigón armado	0	1	5	1
	Estructura metálica	1	1	5	5
	Estructura de madera	1	10	10	10
	Estructura de caña	10	10	10	10
	Estructura de pared portante	5	5	10	5
	Mixta madera/hormigón	5	5	10	5
	Mixta metálica/hormigón	1	1	10	5
Tipo de material en paredes	Pared de ladrillo	1	1	5	1
	Pared de bloque	1	5	5	5
	Pared de piedra	10	5	10	5
	Pierda de adobe	10	5	10	5
	Pared de tapial, madera o bahareque	5	5	10	5
Tipo de cubierta	Cubierta metálica	5	1	NA	10
	Losa de hormigón armado	0	0	NA	1
	Vigas de madera y zinc	5	5	NA	10
	Caña y zinc	10	10	NA	10
	Vigas de madera y teja	5	5	NA	5
	Losa de hormigón armado	0	NA	NA	NA
	Vigas y entramado madera	5	NA	NA	NA
Sistema de entrepisos	Entramado de madera/caña	10	NA	NA	NA
	Entramado metálico	1	NA	NA	NA
	Entramado hormigón/metálico	1	NA	NA	NA
Número de pisos	1 piso	0	10	10	10
	2 pisos	1	5	5	5
	3 pisos	5	1	1	1
	4 pisos	10	1	1	1
	5 pisos o más	10	1	1	1
Año de construcción	Antes de 1970	10	10	10	10
	Entre 1971-1980	5	5	5	5
	Entre 1981-1990	1	1	1	1
	Entre 1991-2010	0	0	0	0
Estado de conservación	Bueno	0	0	0	0
	Aceptable	1	1	1	1
	Regular	5	5	5	5
	Malo	10	10	10	10

**Continúa**

### Continuación

Características del suelo bajo la edificación	Firme, seco	0	0	0	0
	Inundable	1	10	10	10
	Ciénega	5	10	10	10
	Húmedo, blando, relleno	10	5	5	5
Topografía del sitio	A nivel, terreno plano	0	5	1	1
	Bajo nivel calzada	5	10	10	10
	Sobre nivel calzada	0	0	1	1
	Escarpe positivo o negativo	10	1	10	10
Forma de la construcción	Regular	0	0	0	0
	Irregular	5	NA*	NA	NA
	Irregularidad severa	10	10	10	10

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2012

\*NA: No Aplica

Una vez calificada cada una de las variables de vulnerabilidad, se realizó una ponderación de las variables con relación a la amenaza que se está evaluando, según lo establecido por Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012) en su respectiva metodología.

#### 3.3.3.1. Índices de Vulnerabilidad para Amenaza Sísmica

Según Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012), para estimar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones se considera a las diez variables estructurales, sus respectivos indicadores y los valores posibles, utilizando factores de ponderación, los cuales se detallan en el Cuadro 3.7.

**Cuadro 3.7.** Calificación de vulnerabilidades para amenaza sísmica

<b>Amenaza sísmica</b>			
<b>Variable</b>	<b>Valores posibles del indicador</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Valor máximo</b>
Sistema estructural	0; 1; 5; 10	1,2	12
Tipo de material en paredes	0; 1; 5; 10	1,2	12
Tipo de cubierta	0; 1; 5; 10	1	10
Sistema de entrepisos	0; 1; 5; 10	1	10
Número de pisos	0; 1; 5; 10	0,8	8

Continúa

### Continuación

Año de construcción	0; 1; 5; 10	1	10
Estado de conservación	0; 1; 5; 10	1	10
Características del suelo	0; 1; 5; 10	0,8	8
Topografía del sitio	0; 1; 5; 10	0,8	8
Forma de la construcción	0; 1; 5; 10	1,2	12
Valor mínimo=0			100

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, (2012)

#### 3.3.3.2. Índices de Vulnerabilidad para Amenaza de Inundación

Según Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012), para estimar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones se considera a las diez variables estructurales, sus respectivos indicadores y los valores posibles, utilizando factores de ponderación; los cuales se detallan en el Cuadro 3.8.

**Cuadro 3.8.** Calificación de vulnerabilidades para amenaza de inundación

<b>Amenaza de inundación</b>			
<b>Variable</b>	<b>Valores posibles del indicador</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Valor máximo</b>
Sistema estructural	0; 1; 5; 10	0,5	5
Material en paredes	0; 1; 5; 10	1,1	11
Tipo de cubierta	0; 1; 5; 10	0,3	3
Número de pisos	0; 1; 5; 10	1,1	11
Año de construcción	0; 1; 5; 10	0,5	5
Estado de conservación	0; 1; 5; 10	0,5	5
Características del suelo	0; 1; 5; 10	3	30
Topografía del sitio	0; 1; 5; 10	3	30
Valor mínimo=0			100

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2012

#### 3.3.3.3. Índices de Vulnerabilidad para Amenaza de Deslizamientos

Según Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012), para estimar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones se considera a las diez variables estructurales, sus respectivos indicadores y los valores posibles, utilizando factores de ponderación; los cuales se detallan en el Cuadro 3.9.

**Cuadro 3.9.** Calificación de vulnerabilidades para amenaza de deslizamientos

<b>Variable</b>	<b>Valores posibles del indicador</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Valor máximo</b>
Sistema estructural	0; 1; 5; 10	0,8	8
Material en paredes	0; 1; 5; 10	0,8	8
Número de pisos	0; 1; 5; 10	0,8	8
Año de construcción	0; 1; 5; 10	0,8	8
Estado de conservación	0; 1; 5; 10	0,8	8
Características del suelo	0; 1; 5; 10	2	20
Topografía del sitio	0; 1; 5; 10	4	40
Valor mínimo=0			100

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2012

### 3.3.3.4. Índices de Vulnerabilidad para Amenaza Volcánica

Según Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2012), para estimar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones se considera a las diez variables estructurales, sus respectivos indicadores y los valores posibles, utilizando factores de ponderación; los cuales se detallan en el Cuadro 3.10.

**Cuadro 3.10.** Calificación de vulnerabilidades para amenaza volcánica

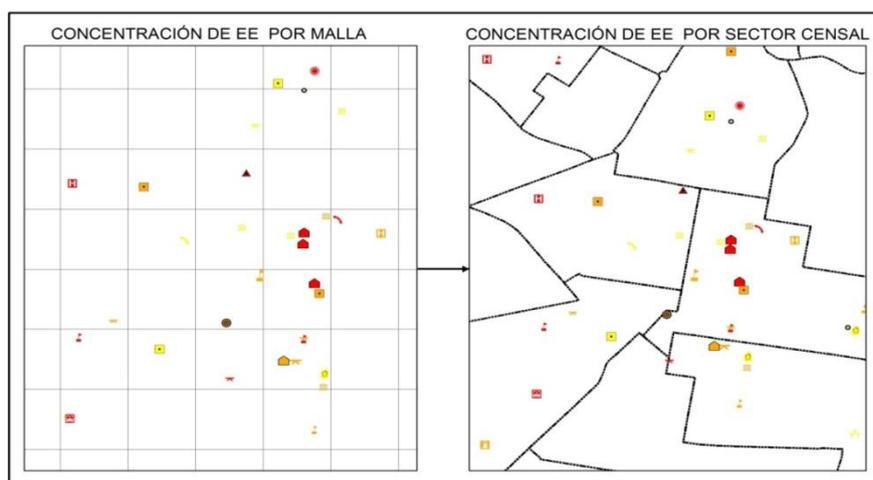
<b>Amenaza volcánica</b>			
<b>Variable</b>	<b>Valores posibles del indicador</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Valor máximo</b>
Sistema estructural	0; 1; 5; 10	0,5	5
Material en paredes	0; 1; 5; 10	0,8	8
Tipo de cubierta	0; 1; 5; 10	3	30
Número de pisos	0; 1; 5; 10	1	10
Año de construcción	0; 1; 5; 10	0,4	4
Estado de conservación	0; 1; 5; 10	0,5	5
Características del suelo	0; 1; 5; 10	0,8	8
Topografía del sitio	0; 1; 5; 10	3	30
Valor mínimo=0			100

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2012

### 3.3.4. METODOLOGÍA PARA DELIMITAR LOS SECTORES VULNERABLES DE LA CIUDAD

Después de obtener la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones, es necesario determinar cuáles son los sectores más vulnerables de la ciudad. Para el efecto, se debe buscar una unidad territorial (de la cual se disponga datos de su población) a una escala adecuada, con el fin de determinar la concentración de la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones y a través de comparaciones espaciales, determinar la influencia de la densidad poblacional y los elementos esenciales en la importancia del sector y por ende su vulnerabilidad. En la ciudad de Ibarra, se siguieron los siguientes pasos:

- a. Se estableció la unidad territorial de trabajo, la cual fue sector censal (al ser la mínima escala geográfica en la que se disponía información de la población)
- b. Se contó el número de elementos esenciales altamente importantes, primero a través del uso de malla, de dimensión 250m x 250m, para posteriormente contarlos por sector censal determinando su concentración (ver figura 3.4).



**Figura 3.4.** Metodología para contar y determinar el número de EE por sector censal  
Elaboración propia

- c. Se elaboró cartografía donde se compara estas tres características de la ciudad: vulnerabilidad físico estructural, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el presente capítulo se da a conocer los resultados obtenidos y principales discusiones desarrolladas en la presente investigación; los resultados comprenden la caracterización de la ciudad (área de estudio), los resultados de la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones, la vulnerabilidad de los elementos esenciales y una caracterización final de los sectores más vulnerables de la ciudad.

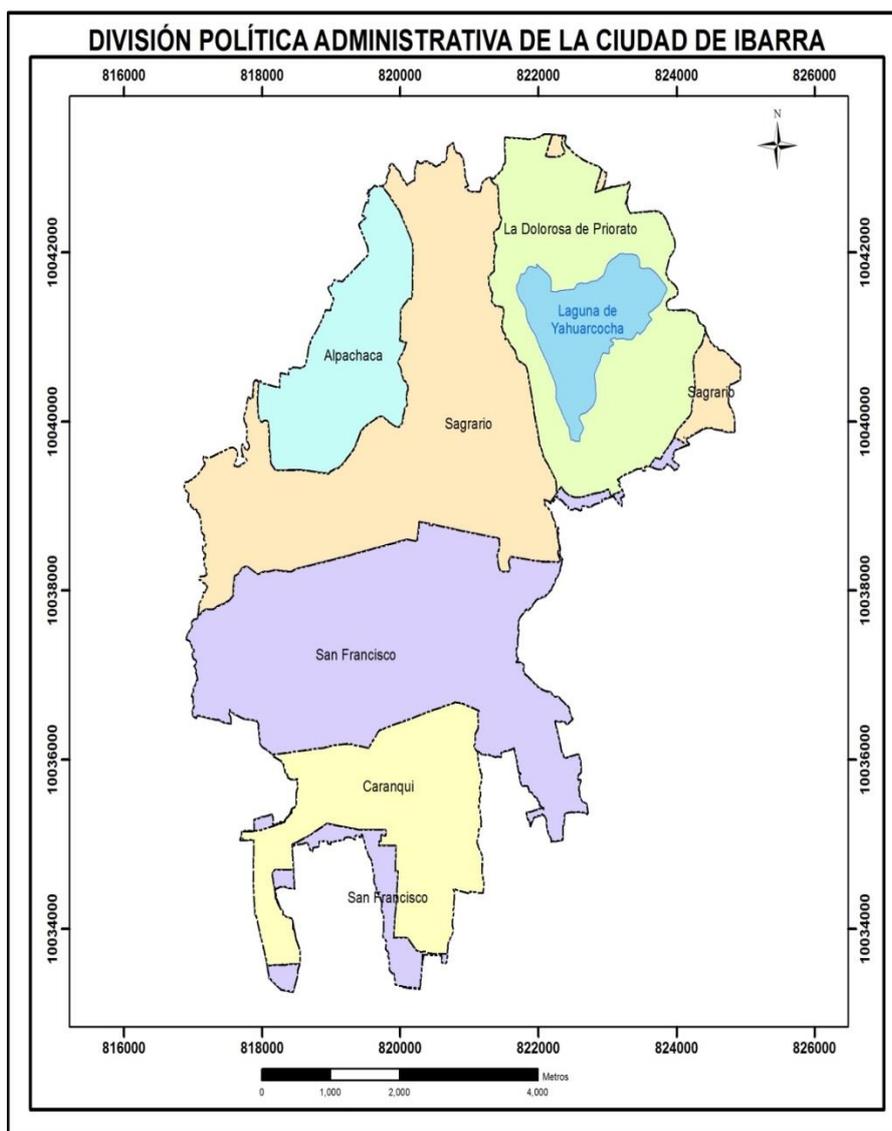
#### **4.1. CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL Y POBLACIONAL DE LA CIUDAD DE IBARRA**

La caracterización territorial se realizó a través de la delimitación de las principales características de la ciudad como: ubicación geográfica, datos demográficos, socioeconómicos más relevantes, uso de suelo y caracterización vial.

##### **4.1.1. DATOS GENERALES Y DESCRIPCIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA**

Según comunicado personal del Departamento de Planificación del GAD municipal de Ibarra (2013), la ciudad tiene una superficie de 42,96 km<sup>2</sup>. Según el VII Censo de Población y VI de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Censos, (INEC, 2010) la ciudad posee una población de 131.856 habitantes. Además, como se muestra en la

Figura 4.1 (ver mapa 4.1 en Anexo E) “la ciudad de Ibarra se encuentra dividida políticamente en cinco parroquias urbanas: El Sagrario, San Francisco, Caranqui, Alpachaca y La Dolorosa del Priorato” (Ilustre Municipio de San Miguel de Ibarra, 2009). Además, la ciudad posee una densidad de 3.069 ha/km<sup>2</sup>.



**Figura 4.1.** División político administrativa de la ciudad de Ibarra

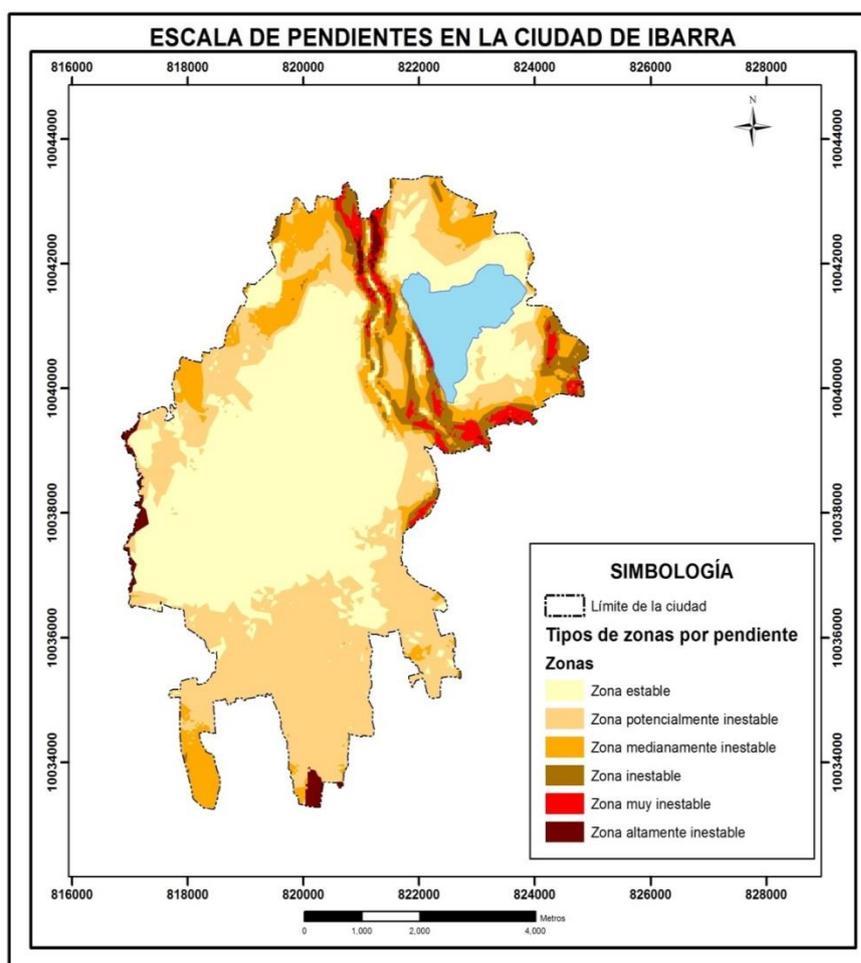
Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra-Departamento de Panificación, com. personal, 2013

Elaboración: propia

#### 4.1.2. CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS

Ibarra presenta paisajes geomorfológicos y formas de relieve relacionadas con la edificación de la Cordillera de los Andes y específicamente con los procesos endógenos y exógenos desarrollados sobre la Cordillera Oriental, donde el vulcanismo y los glaciares generados durante el Pleistoceno y Holoceno y las condiciones climáticas influenciadas por la humedad proveniente de la Amazonía, ha dado lugar a una diversidad de relieves. Las elevaciones montañosas más importantes son: el Imbabura (4.500m.) el Cubilche (3.800m.), el Cunro situado a una elevación de 3.304 msnm (PDOT Ibarra, 2012).

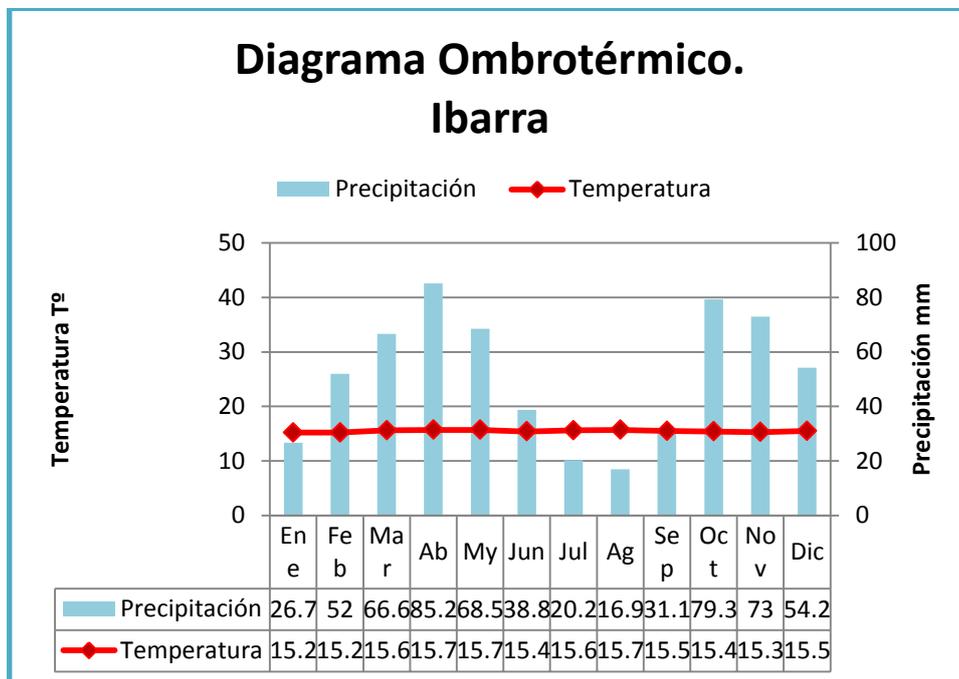
En la ciudad de Ibarra aproximadamente el 34% de la superficie es una zona plana con menos de 5% de pendiente. No obstante, barrios como el Mirador, Yuracruz, Yuracrucito o Yahuarcocha poseen una pendiente superior al 75%, por lo cual son zonas con pendiente de tipo escarpado (ver figura 4.2 y mapa 3 en Anexo E).



**Figura 4.2.** Características fisiográficas de la ciudad de Ibarra  
Fuente: (Secretaría Nacional de Planificación, 2012)

### 4.1.3. CLIMA

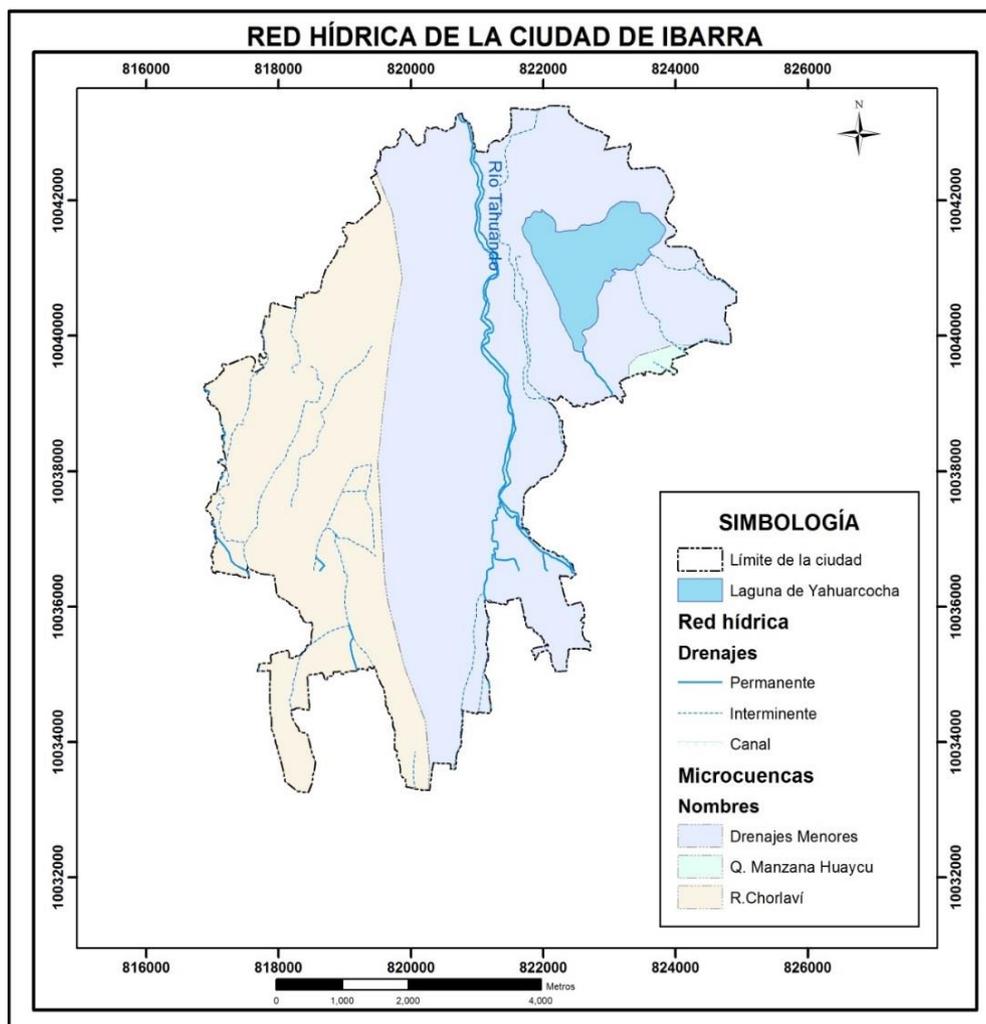
“La peculiaridad del cantón Ibarra es la variedad de microclimas que van desde el frío andino en la zona de Angochagua, hasta el tropical seco del valle del Chota, pasando por el cálido húmedo de la zona de Lita y la Carolina” (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte, 2013). De hecho, después de realizar el Diagrama Ombrotérmico para la ciudad (ver gráfico 4.1), con los datos de la ex estación Ibarra (antiguamente ubicada en el ex aeropuerto), se observó que la ciudad presenta tres meses secos, los correspondientes a Enero, Julio y Agosto en los cuales se presenta una ligera sequía en la ciudad; como a la vez existen nueve meses húmedos, en los cuales existe una constante precipitación. Además, “la temperatura media es de 15,90° C, con una variación mínima menor a 0,3°C. Los registros en la ciudad promedian una temperatura máxima media entre los 20 y 25° C y una mínima media entre los 7 y 11° C” (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte, 2013).



**Gráfico 4.1.** Diagrama Ombrotérmico de Ibarra  
Fuente: Registros INAMHI, Estación Meteorológica de Ibarra.  
Elaboración: propia

#### 4.1.4. HÍDRICA

La ciudad de Ibarra se encuentra dentro de la subcuenca del río Mira y dentro de la ciudad se encuentran las microcuencas: Chorlaví, Drenajes menores y la Quebrada Manzana Huayco (ver figura 4.3 y mapa 4 en Anexo E). Existe un río principal que cruza la ciudad de Norte a Sur, el río “Tahuando”.



**Figura 4.3.** Red Hídrica de la ciudad de Ibarra

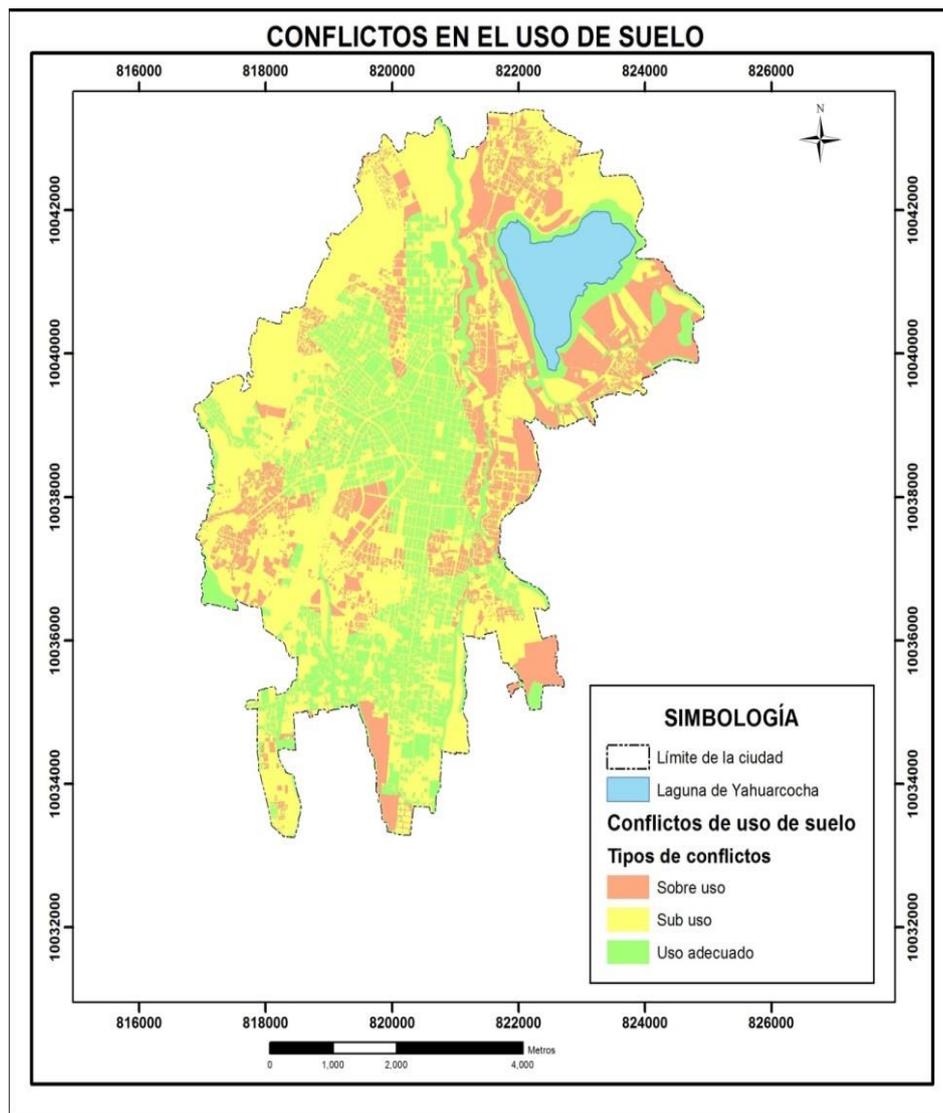
Fuente: (Secretaría Nacional de Planificación, 2012)  
Elaboración: propia

#### **4.1.5. USO Y CONFLICTO DE SUELO EN LA CIUDAD**

La ciudad de Ibarra tiene una gran importancia dentro de la provincia de Imbabura al ser considerada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC, como “cabecera cantonal” y es en esta superficie donde se realizan varias actividades y por ende el uso de suelo es muy variado. Actualmente, aproximadamente el 48% de la superficie no está edificada, el 32% está edificado y el 8% son cuerpos de agua o áreas destinadas a protección de humedales. Asimismo, existen otros usos de suelo con bajo porcentaje superficial dentro de la ciudad. Por ejemplo, el 3% de la superficie se dedica a uso agrícola y agropecuario, el 2% está en proceso de construcción y solo el 0.01% de la superficie se dedica a bosque protector (ver mapa 5 en Anexo E).

Sin embargo, el suelo de la ciudad presenta un respectivo potencial de uso, que permite determinar la aptitud de suelo y junto al mapa de uso actual conocer si existe algún tipo de conflicto de uso. Según comunicado personal por Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ibarra-Departamento de Planificación (2013), aproximadamente un 30% del suelo presenta aptitud para uso urbano, un 28% para bosque, un 21% para cultivos, un 11% para pastos y un 9% para cuerpos de agua (ver mapa 6 en Anexo E).

Finalmente, después de hacer un análisis comparativo entre el uso de suelo actual y uso potencial, se determinó conflictos en el uso del suelo (ver figura 4.4 y mapa 7 en Anexo E); es así como, un 20% de la superficie presenta un sobre uso, el 50% está siendo subutilizado y solo un 30% de dicho espacio geográfico es de uso adecuado.



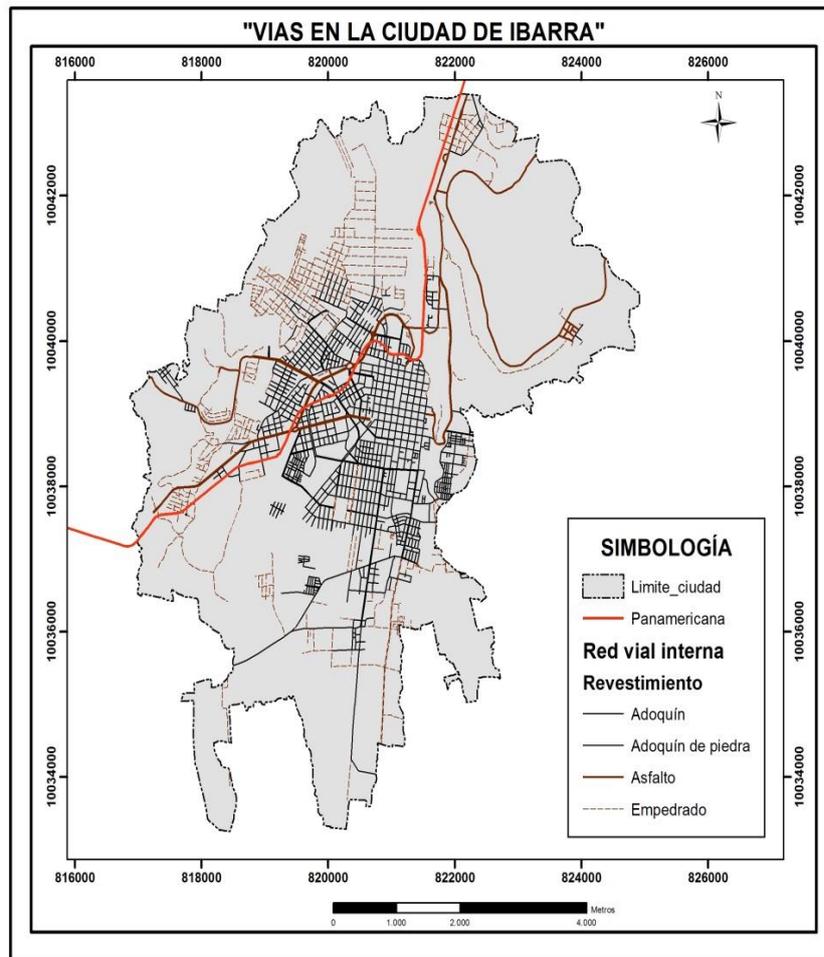
**Figura 4.4.** Conflictos de uso del suelo

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra-Departamento de Panificación, com. personal, 2013

Elaboración: propia

#### 4.1.6. CARACTERIZACIÓN VIAL

Actualmente la ciudad de Ibarra presenta una red vial interna (ver figura 4.5 y mapa 8 en Anexo E), en la cual, la panamericana es la principal vía que entrecruza la ciudad de sur oeste a noroeste. Asimismo, hasta el año 2012, aproximadamente el 48% de las vías son asfaltadas, 25% son adoquinadas, 20% son empedrados y el 6% es revestido con adoquinado de piedra.



**Figura 4.5.** Vías en la ciudad de Ibarra

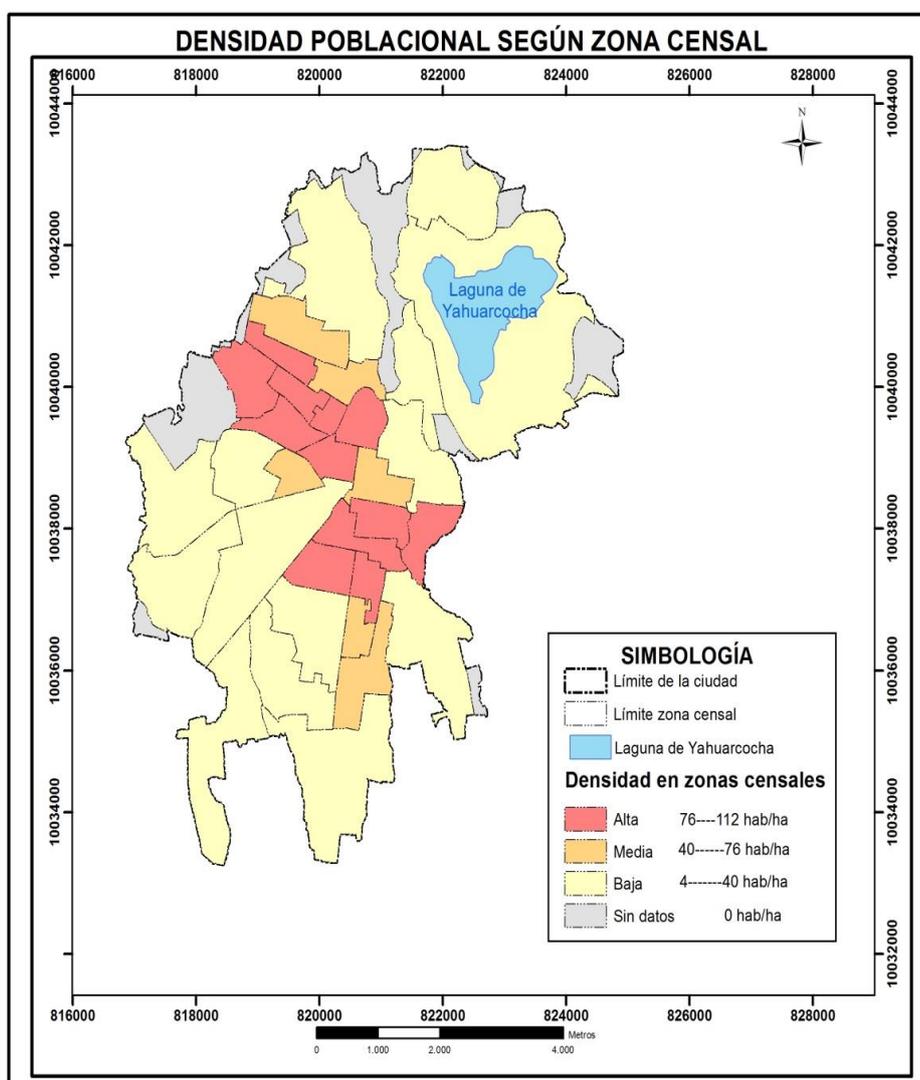
Fuente: PDOT, 2013

Elaboración propia

#### 4.1.7. CARACTERIZACIÓN POBLACIONAL

La presente caracterización permitió conocer la realidad socioeconómica de la población ibarreña dentro de la ciudad, al comprender su respectiva relación con el medio, como a la vez, su distribución geográfica. De hecho, cada edificio en la ciudad cumple una determinada función social, al ser morada de la población ibarreña, de ahí la importancia de caracterizar esta población. Actualmente la ciudad consta de una superficie 4.296 ha y una población de 131.856 habitantes, por tanto una densidad poblacional de 31 hab/ha. Pero, la ciudad en VII Censo de Población y VI de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Censos fue dividida en 32 zonas censales (ver figura 4.6 y mapa 11 en Anexo

E), de las cuales 12 poseen una densidad alta (entre 76 y 112 hab/ha) y están ubicadas en barrios como: Alpachaca, Azaya, Las Palmas, El Chofer, Ajaví, Santo Domingo, Yacucalle, la Victoria. Por otro lado, existen 6 zonas censales de densidad media (entre 40 y 76 hab/ha) ubicadas entre los barrios: Azaya Norte, El Jardín, San Agustín, la Merced, El Carmen y Cuatro Esquinas. Finalmente existen 14 zonas de densidad baja con menos de 40 hab/ha; dichas zonas está ubicadas en barrios alejados del centro de la ciudad como: Priorato y La Florida.



**Figura 4.6.** Densidad poblacional

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra-Departamento de Panificación, com. personal, 2013

Además, dentro de la ciudad la población se identifica en diferentes etnias siendo las más representativas las siguientes: mestizos con un 78%, indígenas con un 9%, afroecuatorianos con un 7% y mulatos con un 2%.

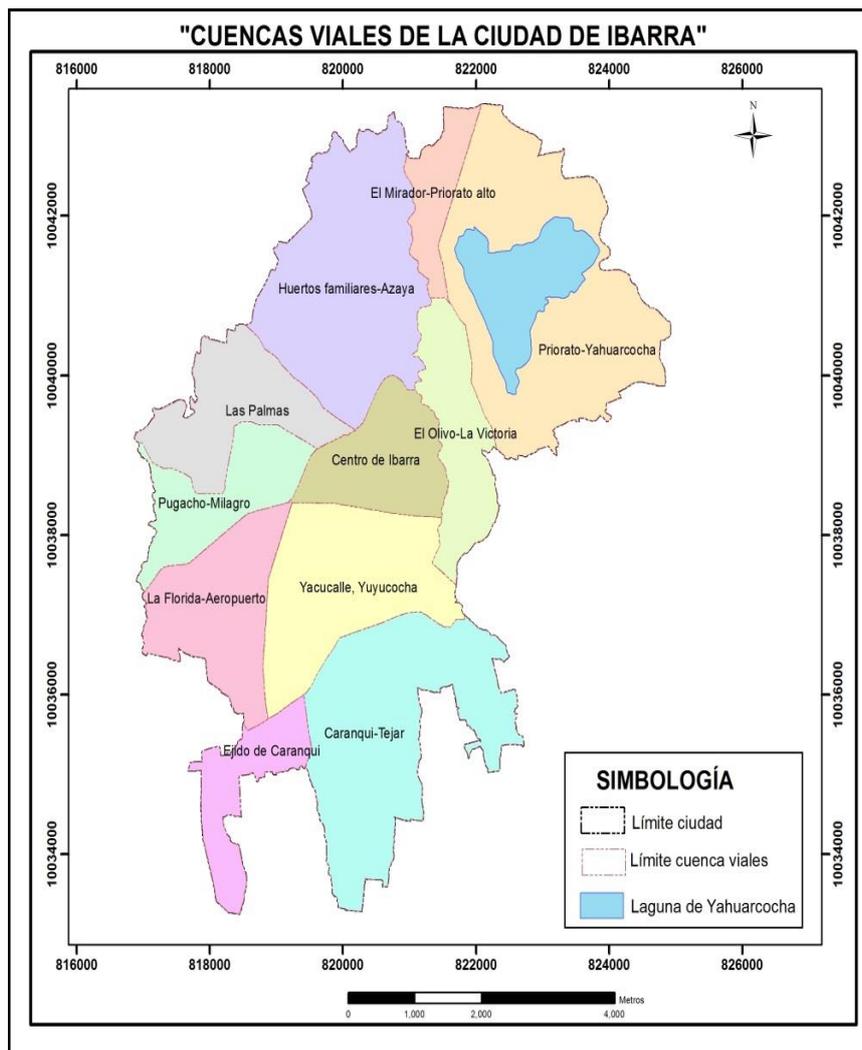
Otro dato adicional, es el analfabetismo, porque una población alfabetizada posiblemente reaccione de una mejor manera ante una situación de crisis. En la actualidad, aproximadamente el 7,1% de la población es analfabeta. Adicionalmente existen condiciones de dependencia que vuelven más vulnerables a la población como es el caso de depender de elementos y espacios geográficos estratégicos del territorio.

## **4.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y ESPACIOS GEOGRÁFICOS ESTRATÉGICOS DE LA CIUDAD DE IBARRA**

La identificación de los espacios geográficos estratégicos de la ciudad de Ibarra se produjo a través de la determinación de la accesibilidad mediante la caracterización de las cuencas viales. Por otro lado, los elementos estratégicos para la ciudad son los elementos esenciales.

### **4.2.1. ACCESIBILIDAD DE LA CIUDAD**

Si bien la accesibilidad se define generalmente para lugares puntuales, su análisis puede aplicarse igualmente a zonas, en efecto, si a la accesibilidad se la conceptualiza como el grado de facilidad de un lugar a otro, las vías son los elementos primarios que facilitan o dificultan dicha movilidad. Entonces, la metodología desarrollada estuvo centrada en determinar los grados de accesibilidad en las diferentes zonas de la ciudad y por ende a las edificaciones. Por lo cual, se dividió a la ciudad en 11 zonas en función de la armazón de la red vial principal, configurada a su vez en zonas según la topografía y la hidrografía (ver figura 4.7 y mapa 9 en Anexo E). En otras palabras, se trata de cuencas viales delimitadas en función de los ejes viales y las principales barreras dentro del espacio geográfico, que para el caso de la ciudad fueron las pendientes escarpadas, el río principal y la laguna.



**Figura 4.7.** Cuencas viales de la ciudad de Ibarra  
Elaboración propia

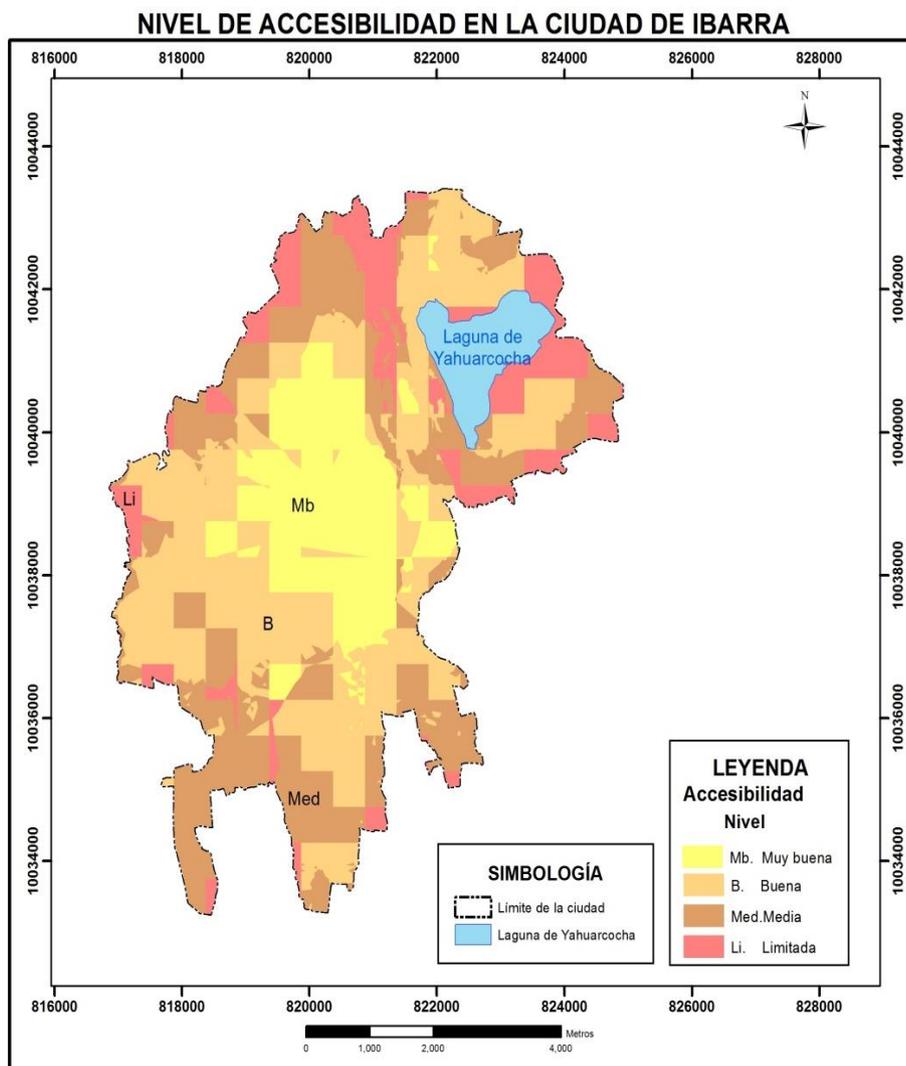
Por ende, las cuencas viales de la ciudad son las siguientes: Caranqui-Tejar, centro de Ibarra, Ejido de Caranqui, Huertos Familiares-Azaya, La Florida-Aeropuerto, Las Palmas., Mirador-Priorato Alto, Priorato-Yahuarcocha, Pugacho-Milagro.

La accesibilidad de la ciudad se comporta de una manera centralizada como se observa en la Figura 4.8 (ver mapa 10 en Anexo E). El centro de Ibarra presenta una accesibilidad muy buena. Barrios urbanos próximos al centro de Ibarra como: Yacucalle, Los Ceibos, Ajaví, La Victoria, Pilanquí, El Jardín; presentan accesibilidad media y mientras se aleja la proximidad del centro disminuye el nivel de accesibilidad, tal es el caso que mientras más periférico es el sector más limitada es la accesibilidad, por ejemplo: Yahuarcocha, La

Florida, Chorlaví, Mirador de Azaya. Este comportamiento de la accesibilidad se produce porque primeramente los barrios céntricos de la ciudad presentan zonas con pendientes planas, y mientras más periférico es la zona más escarpado se vuelve el terreno. Además confluyen otros factores como el tipo de revestimiento de las vías y la densidad de las mismas.

Finalmente, se observa que la accesibilidad en el centro de la ciudad es de los tipos: muy buena y buena y disminuye paulatinamente mientras se acercan las zonas periféricas de la misma (ver figura 4.8). De hecho, Metzger & D'Ercole (2004) en el Distrito Metropolitano de Quito identificaron que la accesibilidad es globalmente mejor en la mitad oriental del distrito, es decir en la ciudad de Quito (el centro del DMQ), los valles, de manera general, allí donde la topografía es relativamente poco limitante y la red vial diversificada y de buena calidad. Mientras el acceso a los sectores rurales situados al oeste y al norte de la aglomeraciones es difícil, salvo en el corredor por donde pasa la carretera Calacali/La Independencia.

Por lo cual se concluye que la accesibilidad en ciudades metrópolis como Quito y satélites como Ibarra es mejor en el centro y disminuye paulatinamente mientras se acercan las zonas periféricas y rurales del territorio; esto debido a que existe una gran tendencia de concentrar entes administrativos, centros comerciales, núcleos turísticos y viviendas en el centro de las ciudades lo que ha obligado a tener una buena estructura vial en dichos sectores por la afluencia constante de población.



**Figura 4.8.** Nivel de accesibilidad en la ciudad de Ibarra  
Elaboración propia

#### 4.2.2. ELEMENTOS ESENCIALES DE LA CIUDAD DE IBARRA

“Un elemento esencial es aquel que permite dar cuenta de manera localizada las claves del funcionamiento territorial con el fin de identificar los lugares que merecen: una atención particular en términos de análisis de desarrollo, vulnerabilidad y de política de reducción de los riesgos” (Metzger & D’Ercole, 2004). Previamente en el estudio “Análisis de la vulnerabilidad del cantón Ibarra. Perfil Territorial” desarrollado por Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte (2013), se han determinado los elementos esenciales del cantón. Para el presente estudio se han considerado como válidos dichos elementos esenciales y la

metodología desarrollada para determinarlos, pero únicamente se ha considerado las edificaciones donde se localizan instituciones consideradas como vitales para el funcionamiento de la ciudad de Ibarra, conjuntamente con otras estructuras de características particulares como: parques, subestaciones eléctricas, cementerios, rellenos sanitarios, estadios; igualmente importantes para la ciudad (ver cuadro 4.1). En los anexos B y C se detallan las matrices de calificación de los elementos esenciales, misma que fue tomada del estudio antes mencionado y adaptada a la realidad del presente estudio.

**Cuadro 4.1.** Vulnerabilidad de los elementos esenciales del grupo “Población y necesidades”

Área	Elementos esenciales	Importancia en tiempo	
		Normal	Crisis
Abastecimiento de alimentos	Supermercados: AKI, Gran AKI, Comisariato Municipal, TIA.	Media	Media
	Supermaxi	Media	Alta
	Empresa Municipal de Rastro	Alta	Media
	Mercado “Amazonas”	Alta	Alta
	Mercado “Santo Domingo”	Baja	Media
	Mercado “Mayorista”	Media	Alta
	Principal feria libre ubicado en el Terminal terrestre	Baja	Baja
Abastecimiento de combustibles	Gasolinera “Primax”	Baja	Baja
	Gasolinera “28 de septiembre”	Baja	Baja
	Gasolinera “El Olivo”	Media	Alta
	Gasolinera “Petrocomercial” ubicada frente al Terminal terrestre	Media	Alta
	Gasolinera de Petróleos y Servicios ubicada en La Florida	Media	Alta
	Envasadora de gas	Alta	Alta
Administración	Gobernación	Alta	Alta
	GPI	Alta	Alta
	Municipio	Alta	Alta
	Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos	Media	Alta
Asilos	Asilo “León Ruales”	Baja	Media
	Asilo “Lucila Maya Proaño”	Baja	Media
	Asilo “San José”	Baja	Media

Continúa

### Continuación

Cementerios	Cementerio “San Francisco”	Media	Media
	Cementerio de Caranqui	Media	Alta
	Cementerio “Jardín de Paz”	Alta	Alta
	Cementerio “San Miguel de Ibarra”	Alta	Alta
	Cementerios parroquiales (ubicados en Alpachaca y Priorato)	Baja	Media
Comunicación	Centrales de comunicaciones: Azaya, Caranqui, Milagro, la Victoria, Priorato, Yahuarcocha y la Radio base “La Loma”	Alta	Alta
	Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT)	Alta	Alta
	Grupo Corporativo del Norte	Media	Alta
Educación	Instituto tecnológico superior “17 de Julio”	Alta	Alta
	Colegio particular “Sagrado Corazón de Jesús”	Alta	Baja
	Unidad educativa “La Salle”	Media	Baja
	Colegio fiscomisional “San Francisco”	Media	Alta
	Colegio particular salesiano “Sánchez y Cifuentes”	Media	Alta
	Unidad educativa particular “La Inmaculada”	Media	Baja
	Unidad educativa “Teodoro Gómez de la Torre”	Alta	Alta
	Colegio nacional “Ibarra”	Alta	Alta
	Colegio “Víctor Manuel Guzmán”	Media	Alta
	Universidad Técnica del Norte	Alta	Alta
	Pontificia Universidad católica del Ecuador, sede Ibarra	Alta	Alta
Salud	Hospital “San Vicente de Paúl”	Alta	Alta
	Hospital del IESS	Alta	Alta
	Centro de salud N°1	Media	Alta
	Subcentro de salud “Priorato”	Media	Media
	Subcentro de salud “Caranqui”	Media	Media
Recreación	Coliseo “Caranqui”	Baja	Media
	Coliseo “Luis Leoro Franco”	Media	Alta
	Coliseo UNE	Baja	Media
	Estadio Olímpico “Ciudad de Ibarra”	Media	Alta
	Estadio universitario	Baja	Alta
	Estadios barriales (12 estadios)	Baja	Media
	Parque “Céntrica Boulevard”	Alta	Alta
	Parque La Familia	Media	Alta
	Parque Pedro Moncayo	Media	Alta
	Plaza de toros “La Candelaria”	Baja	Alta

Continúa

### Continuación

Seguridad y organismos de socorro	Cruz Roja	Media	Alta
	Estación de Bomberos	Media	Alta
	Cuartel militar “Yaguachi”	Media	Alta
	Comando de la Policía Nacional	Alta	Alta
Patrimonial	Iglesia “Nuestro Señor del Amor”	Media	Media
	Iglesia de Alpachaca	Baja	Baja
	Iglesia “Catedral”	Media	Alta
	Iglesia “La Merced”	Baja	Baja
	Iglesia “La Dolorosa”	Media	Media
	Iglesia “Santo Domingo”	Baja	Media
	Edificio del ex cuartel militar	Baja	Baja
Suministro de agua potable	Planta de tratamiento y potabilización “Azaya”	Media	Alta
	Planta de tratamiento y potabilización “Caranqui”	Alta	Alta
	Sistema de Bombeo “Yuyucocha”	Alta	Alta
Sanitaria	Relleno sanitario	Alta	Alta
Suministro de energía eléctrica	EMELNORTE	Alta	Alta
	Subestación “Ajavi”	Media	Alta
	Subestación “Alpachaca”	Media	Alta
	Subestación “El Retorno”	Media	Alta
	Subestación “San Agustín”	Media	Alta
	Subestación “Bellavista”	Alta	Alta
Movilidad	Terminal terrestre	Alta	Alta

Fuente: Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte (2013)

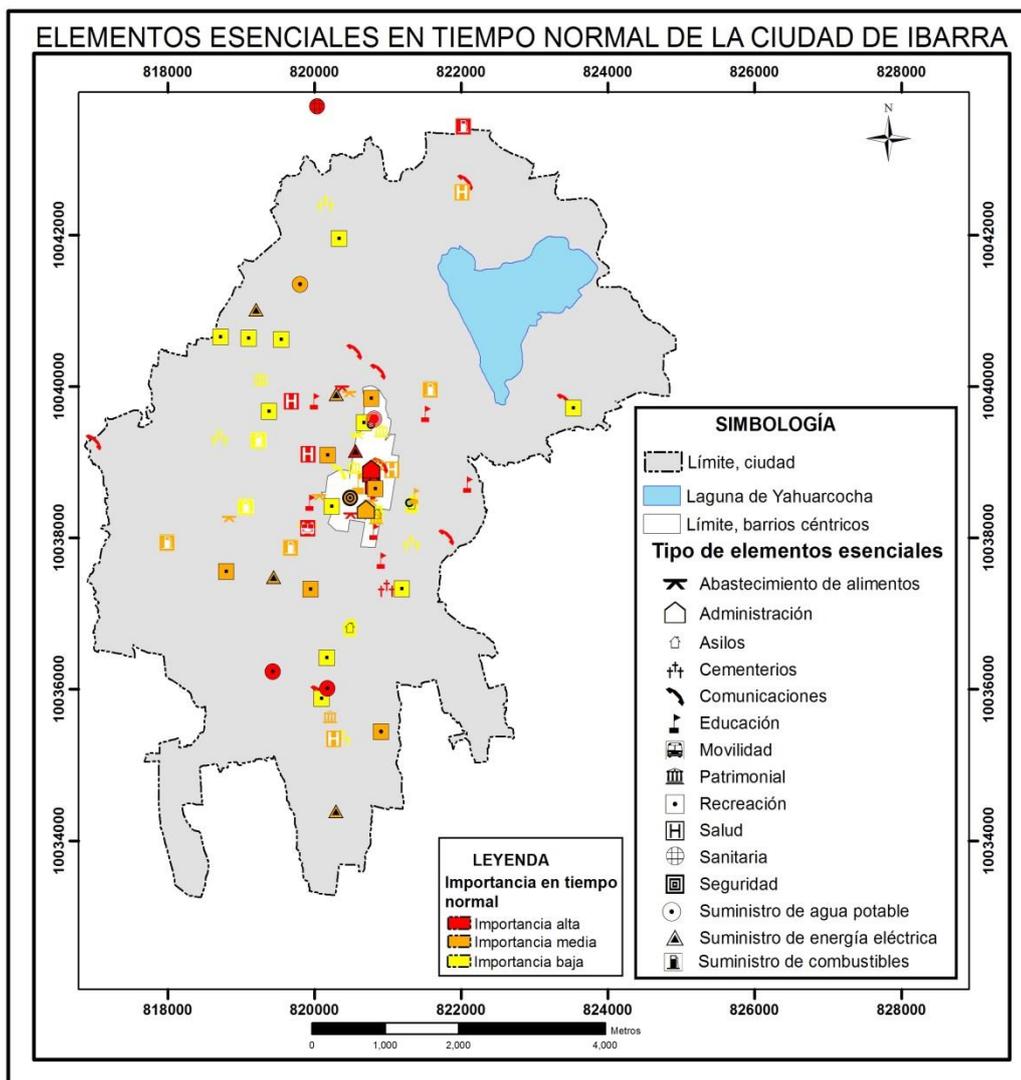
Cada elemento ha sido seleccionado por sus características estratégicas dentro de la ciudad y del área esencial a la que pertenecen. Para la ciudad existen 97 elementos esenciales en tiempo normal, de los cuales 26 poseen una importancia “alta, y de hecho, estos son elementos de vital importancia para el funcionamiento de la ciudad; que junto a los elementos de importancia media y baja conforman un sistema muy bien engranado que permite el normal desenvolvimiento de las actividades de la población. En efecto, claramente se observan elementos necesarios para la comunicación, el abastecimiento de alimentos, el suministro de agua potable y energía eléctrica, el abastecimiento de combustibles, los servicios de salud y educación, infraestructuras necesarias para la población vulnerable como los asilos, infraestructuras sanitarias como el relleno sanitario y

cementerios, infraestructuras recreativas, patrimoniales e instituciones administrativas, de seguridad y socorro. En la Figura 4.9 (ver fotografías de otros elementos esenciales en el Anexo F) se observa un elemento esencial de alta importancia para la salud, el hospital San Vicente de Paúl.



**Figura 4.9.** Fotografía del elemento esencial: hospital San Vicente de Paúl

Cada elemento esencial según sus características tiene un nivel de importancia normal y por supuesto una determinada ubicación geográfica (ver figura 4.10 y mapa 12 en Anexo E), pero a la vez puede tener una importancia más o menos significativa en tiempo de crisis, porque cada escenario puede ser distinto (ver figura 4.11 y mapa 13 en Anexo E)



**Figura 4.10.** Elementos esenciales de la ciudad de Ibarra en tiempo normal

Fuente: Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte (2013)

Del mismo modo, estos 97 elementos esenciales en tiempo normal son elementos esenciales en tiempo de crisis, pero si se presentan escenarios con situaciones de emergencia los niveles de importancia cambian, así 51 elementos presentan importancia “alta” y serán fundamentales en el momento de crisis. En ese sentido, preliminarmente se concluye que la ciudad de Ibarra cuenta con suficientes elementos para satisfacer las necesidades de la población y a la vez existe infraestructura necesaria para mantener una logística urbana en caso de emergencia.

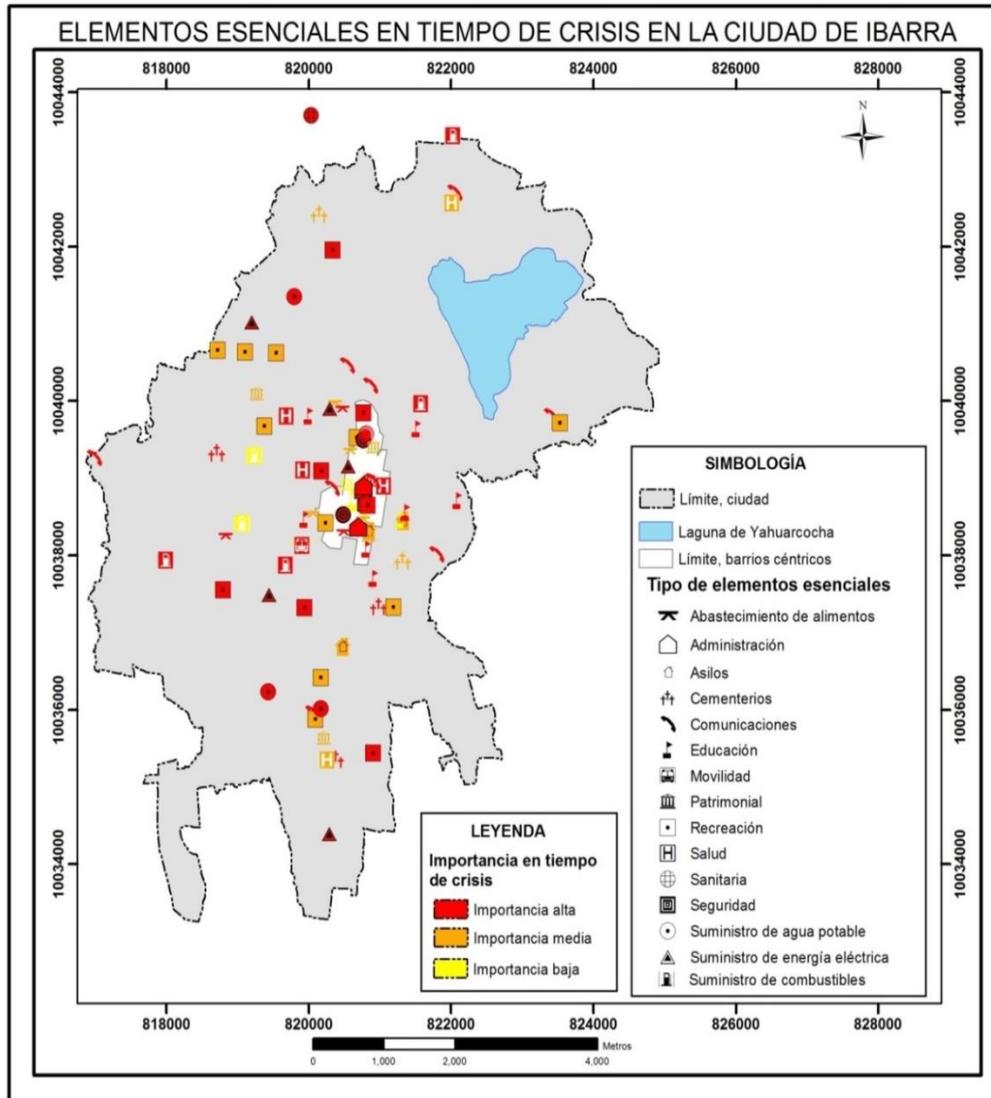


Figura 4.11. Elementos esenciales de la ciudad de Ibarra en tiempo de crisis

Fuente: Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte (2013)

Como se observa en las Figuras 4.10 y 4.11 existe una concentración de elementos esenciales (necesarios en tiempo normal y de crisis) en el centro de la ciudad. Este tipo de concentración, según Mena (2008) en ciudades como en Quito se produce porque en el centro existe una gran concentración de actividades e instituciones especializadas, las cuales fortalecen el desarrollo radial monocéntrico en la ciudad. Así por ejemplo, para Mena (2008) el efecto de la capitalidad provincial y nacional de Quito, por las siguientes razones también genera centralidades: a) la ubicación de actores propios de la capitalidad que intervienen en la organización del territorio; b) el papel político y administrativo que

desempeña Quito en los asuntos nacionales; c) la presencia de instituciones nacionales e internacionales que necesitan estar cerca de lo político y las entidades que se relacionan con el mismo; d) ventajas de la ciudad en relación a otras ciudades del país, por la presencia de organismos y actividades que se concentran en la capital.

Por ende, se puede concluir que también cuando una ciudad es capital provincial como Ibarra se genera un efecto de centralismo sobre sus actividades, algo que se puede manifestar con la concentración de elementos esenciales y actividades en el centro de la urbe; sin embargo existe ya una fuerte tendencia a la formación de centralidades tanto en el barrio Los Ceibos como en el sector del Parque Céntrica Bulevar-terminal.

Finalmente cada elemento esencial, como su nombre lo indica es vital para el funcionamiento de la ciudad, pero si un elemento es vulnerable hacia una amenaza en particular, este puede transmitir esta vulnerabilidad al área a la que pertenece, hacerla más endeble y por ende el funcionamiento del territorio puede ser un poco más inestable y defectuoso. Evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones ante amenazas como sismos, inundaciones, erupciones volcánicas e inundaciones es el objetivo de este estudio pero, al evaluar simultáneamente la vulnerabilidad particular de cada elemento esencial se obtuvo puntos de reflexión más precisos sobre el funcionamiento del territorio.

### **4.3. VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES EN LA CIUDAD**

En el presente subcapítulo se presenta los resultados de la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones ante cuatro tipos de amenazas: deslizamientos, inundaciones, erupciones volcánicas y sismos, y dentro de esta evaluación se consideró a algunos elementos esenciales de tipo no edificables como estadios, parques y plazas. La ciudad de Ibarra, hasta el año 2012 contaba con 37.733 predios edificados y no edificados, de los cuales 24.849 edificaciones pudieron ser analizadas gracias a que estos presentan completitud en sus datos, es decir el 66% de todos los datos. De acuerdo, a la metodología planteada, cada predio fue analizado y determinado su vulnerabilidad frente a

deslizamientos, inundaciones, erupciones volcánicas y sismos. Además, también se analizó la concentración de la vulnerabilidad para lo cual se tomó como referencia los barrios de la ciudad, dato que cartográficamente no es muy preciso dentro del Plan de Ordenamiento Territorial del cantón por lo cual el análisis barrial que se presenta en este estudio es muy general.

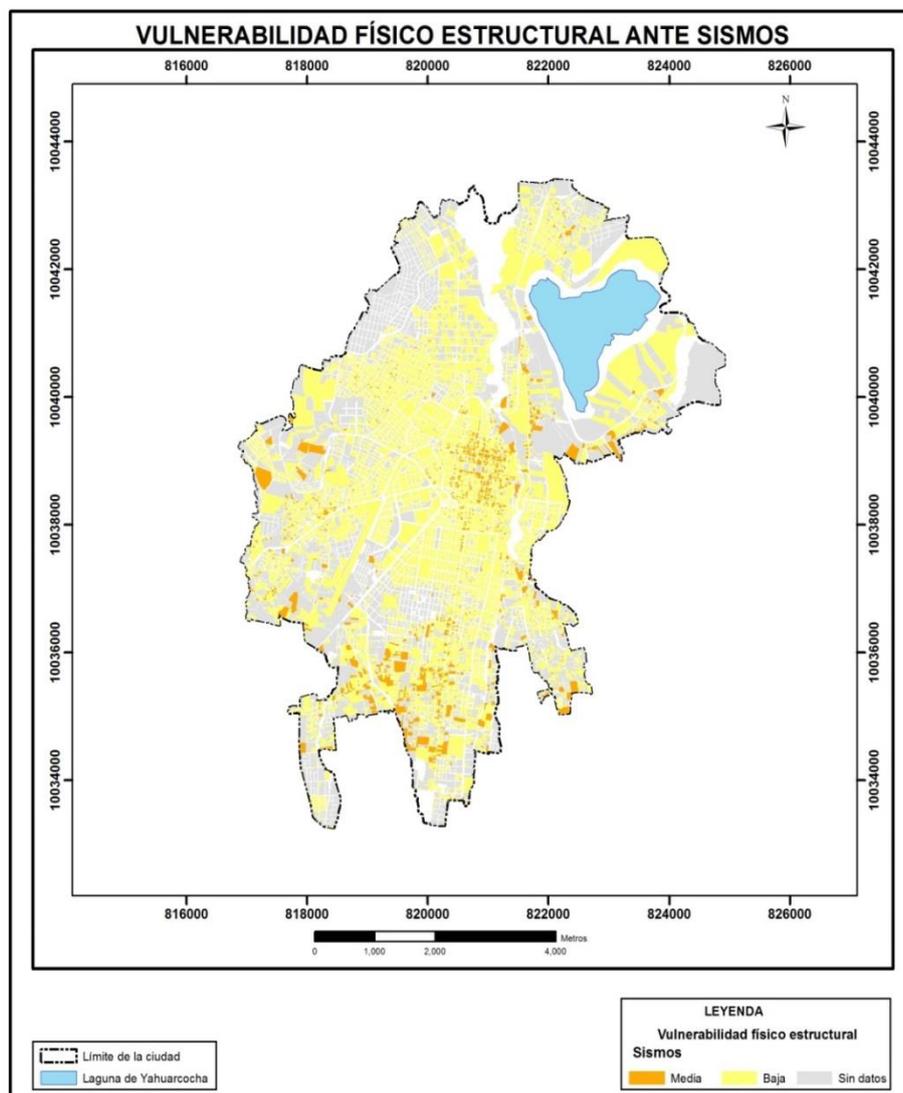
#### **4.3.1. VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES ANTE SISMOS**

Se analizaron 24.849 edificaciones pertenecientes al catastro predial de la ciudad, donde un 91,8% presenta vulnerabilidad baja a la amenaza sísmica y un 8,2% tiene vulnerabilidad media a la misma. Estos resultados son muy semejantes a los presentados por Aldeán & Hidalgo (2012) donde indican que “el 69,75% de las edificaciones de la ciudad de El Coca, presentan índices de vulnerabilidad baja ante la amenaza sísmica mientras que el 0,10% con índices de vulnerabilidad media”.

Esta semejanza se produce porque estos autores aplican la misma metodología planteada en el presente estudio. Por ende la ponderación numérica de las variables genera similar influencia en los resultados. Es así como según Aldeán & Hidalgo (2012) “la mayor parte de edificaciones de la ciudad, casi en su totalidad tienen vulnerabilidad baja debido a que cuentan con edificaciones en buen estado, forma de construcción regular, topografía a nivel, años de construcción recientes, de uno o dos piso, características del suelo seco y sistema estructural de madera común, hormigón armado o hierro, parámetros de menor influencia en la metodología de vulnerabilidad sísmica”; lo que a la vez denotaría las similitudes arquitectónicas en las ciudades ecuatorianas.

De hecho, ninguna de las dos ciudades presenta vulnerabilidad alta a sismos y esto es debido a las características paramétricas de la metodología, por la razón de que edificaciones con sistemas estructurales de caña o madera, paredes de madera, con cubiertas de caña y zinc, sistemas de entresijos de caña y madera; forma de construcción

muy irregular y número de pisos en más de cuatro se encuentran muy esporádicamente en las ciudades de la región Sierra y Oriente del país. La importancia de no poseer dichas características dentro de las edificaciones, radica en que dichos parámetros son los de mayor influencia en la metodología y por lo tanto predominan al momento de establecer la vulnerabilidad sísmica alta. Es así como, para el caso particular de la ciudad de Ibarra, en la Figura 4.12 (ver mapa 16 en Anexo E) se observa la ubicación espacial de cada edificación con su respectiva vulnerabilidad.



**Figura 4.12.** Vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones ante sismos

Fuente: Departamento de Avalúos y Catastros del Ilustre Municipio de Ibarra  
Elaboración propia

En contraste, parámetros preponderantes pero con características totalmente diferentes, como: sistemas estructurales de hormigón armado, paredes de bloque o ladrillo y forma de

construcción regular, determinaron junto a otras características como número de piso, o cubierta de losa de hormigón armado, que el 91,8 % de las edificaciones presenten vulnerabilidad baja. Estas edificaciones de vulnerabilidad baja se distribuyen por toda la superficie urbana, pero se concentran fundamentalmente en la parroquia Alpachaca, de donde resaltan barrios como Alpachaca, Azaya, Mirador de Azaya, Las Palmas, La Primavera y Santa Teresita. Asimismo, barrios relativamente nuevos como: Cooperativa Flota Imbabura, Urbanización 7 de Abril junto a otros considerados tradicionales, donde continuamente se están realizando nuevas edificaciones como: Huertos Familiares, El Empedrado, El Ejido, Los Ceibos, Ajaví, Teodoro Gómez presentan cada uno concentraciones de más de un 90% de edificaciones con vulnerabilidad baja; por lo cual, se podría concluir que en la actualidad existe una tendencia a construir edificaciones con más resistencia a la actividad sísmica, al ser edificaciones con sistemas estructurales de tipo aporticado, con cubiertas de losa de hormigón armado, que no sobrepasen los dos pisos y con paredes ya sea de bloque o ladrillo.

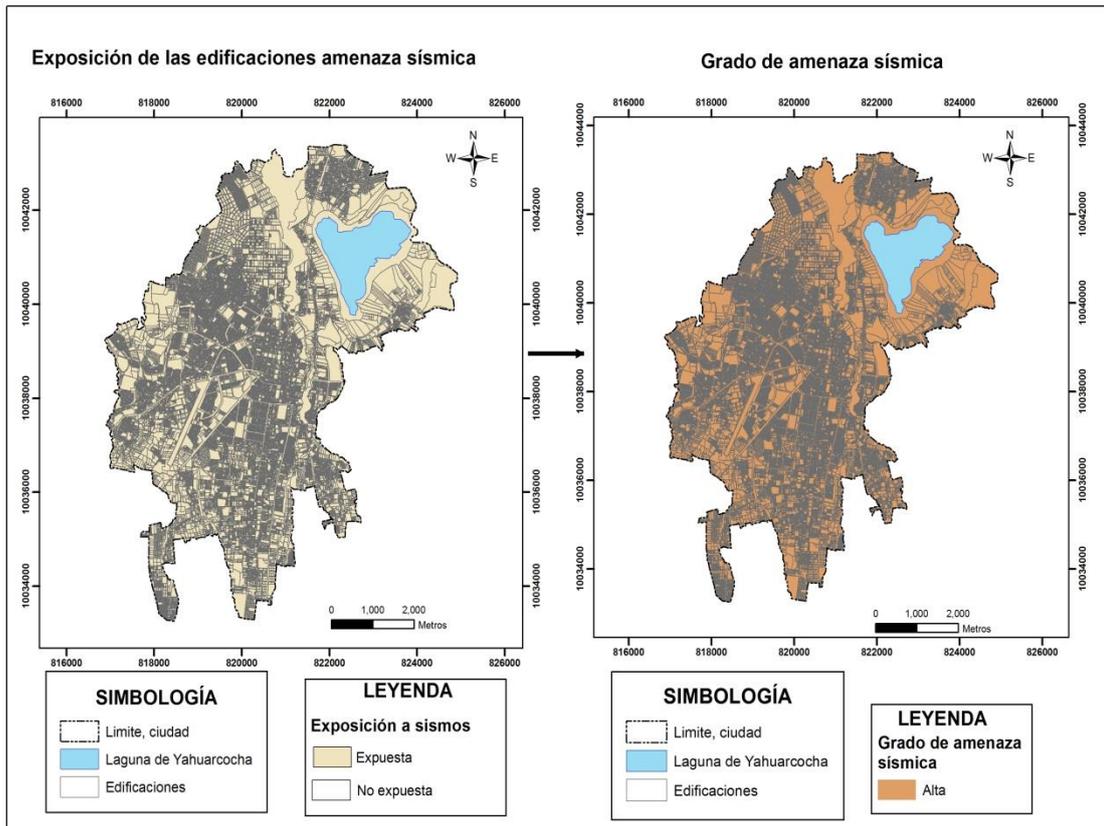
Por otro lado, únicamente el 8,2% de las edificaciones de la ciudad presenta vulnerabilidad media, producto de presentar un tipo especial de combinación de características como por ejemplo: sistema estructural de pared portante o mixta; pared de piedra, tapial o adobe; cubierta de madera, madera y teja o madera y zinc; forma de construcción irregular; entresijos de madera, número de pisos en más de 1 o suelos húmedos, plásticos o de relleno como sustento de las edificaciones. Estas edificaciones medianamente vulnerables se concentran en los barrios de Caranqui, Guayaquil de Piedras, Ejido de Caranqui, San Francisco del Tejar y Yuracucito, al ser los tres primeros barrios periféricos y los restantes rurales. Generalmente, estas edificaciones presentan muchos años de antigüedad (muchas construidas más de 40 años atrás), es decir con características como pared de adobe o tapial, estructuras de pared portante, estado de conservación malo o cubierta de madera y teja. Además, una concentración significativa de edificaciones se produce en el centro histórico de la ciudad en los barrios: Santo Domingo, la Merced, San Agustín, El Carmen, San Francisco, de igual manera muchas tienen estructuras de pared portante, algunos años de antigüedad, estado de deterioro alto, cubiertas de teja y madera y paredes de adobe o tapial (en la figura 4.13, en la cual se observa una edificación del centro histórico con las características antes citadas).



**Figura 4.13.** Edificación del “Centro Histórico” de la ciudad que presentaría vulnerabilidad media

De igual manera, se determinó la vulnerabilidad por exposición de las edificaciones pero esta no se pudo realizar a detalle entre la amenaza y las edificaciones por la diferencia de escalas cartográficas entre los dos elementos de análisis. Sin embargo, se puede obtener una visión muy general, de cómo se produce la vulnerabilidad de los elementos por exposición a la amenaza. Y de hecho, la ciudad de Ibarra en su totalidad está expuesta a la amenaza sísmica (ver figura 4.14 y mapa 17 en Anexo E). A una escala 1:250.000 se ha determinado que la amenaza sísmica es alta (ver fuente del mapa de amenaza sísmica en Anexo A). Los sismos que afectarían la ciudad provendrían de tres fuentes. La primera es “la zona de subducción entre la placa de Nazca y la Sudamericana, al oeste de la costa ecuatoriana; donde se han originado los sismos más violentos como el de Esmeraldas de 1906” (Alvarado *et. al*, 2004). “La segunda fuente es de origen continental y se sitúa en la placa Sudamericana, principalmente bajo las zonas andina y subandina, donde pueden producirse sismos como el suscitado en 1987” (Chatelain y otros, 1996, citado por Metzger & D’Ercole, 2004). La tercera serían rasgos del sistema de fallas tectónicas Cauca-Patía-San Isidro, ubicados al NW de la laguna de Puruhanta, a unos 22 km al SE de Ibarra y que tienen una dirección preferencial NW-SE, a este segmento se le ha denominado Puruhanta, el cual presenta un lineamiento que se dirige de la laguna de Puruhanta hacia la laguna de Yahuarcocha y sería este último uno de los causantes del sismo suscitado en Santa Rosa del Tejar el 8 de octubre de 2000 (Alvarado *et. al*, 2004).

Pero por la escala cartográfica antes mencionada, la visión de edificaciones expuestas a la amenaza es muy general (ver figura 4.14), sin embargo se conoce que es alta y que existen tres posibles factores geológicos que causan los sismos de la ciudad. Consecuentemente este dato también es un indicador muy general de lo que sucede actualmente, y este no puede ser el único dato para la toma de decisiones.



**Figura 4.14.** Edificaciones expuestas a la amenaza sísmica

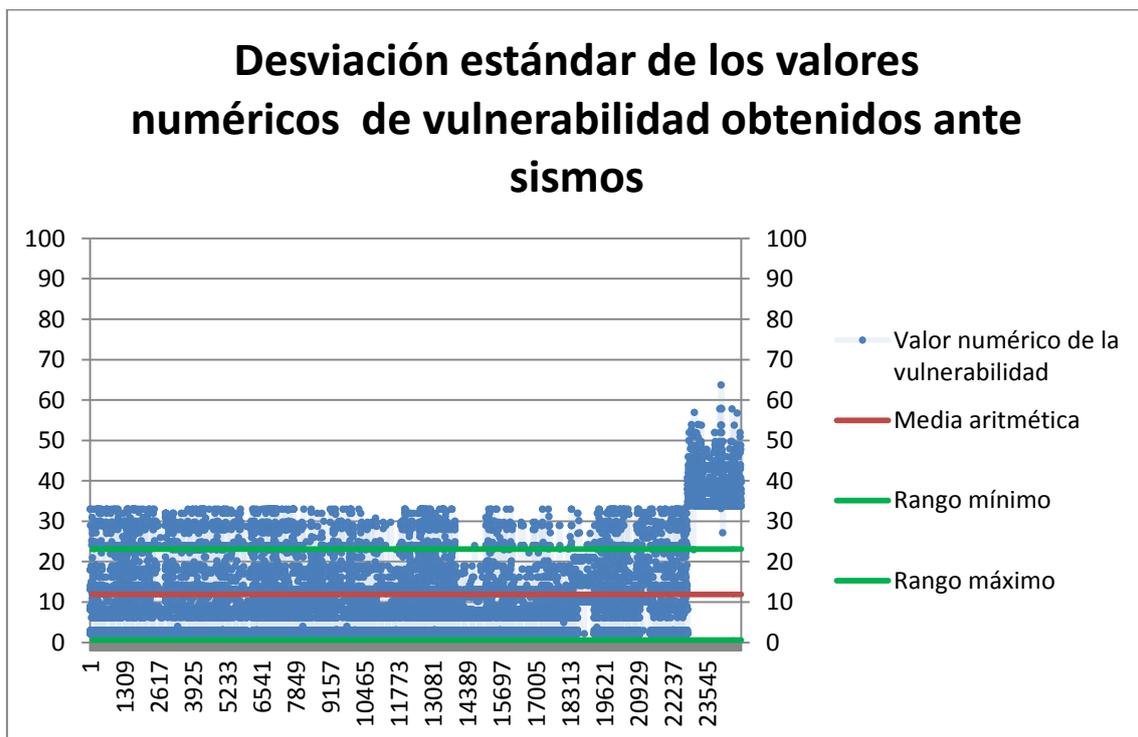
Fuente: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda-Cámara de la Construcción de Quito, 2011

Elaboración propia

En conclusión, a pesar de que el 100% de la superficie de la ciudad está expuesta a una amenaza sísmica y con grado de intensidad alto (visión muy general por la escala cartográfica de elaboración del mapa de amenaza), no se identificaron edificaciones que presenten una vulnerabilidad alta. Por lo cual, las edificaciones están totalmente expuestas a la amenaza sísmica pero ninguna presenta vulnerabilidad físico estructural alta.

De hecho, la vulnerabilidad físico estructural se expresa a través de variables categóricas, por lo tanto, un análisis estadístico paramétrico es muy difícil de aplicar. Entonces, en el Gráfico 4.2 se observa la dispersión de los datos numéricos obtenidos (después de la aplicación de la metodología para determinar la vulnerabilidad por sismos) a través de la interpretación de la desviación estándar.

**Gráfico 4.2.** Desviación estándar de los valores numéricos de vulnerabilidad obtenidos ante sismos



Elaboración propia

Se observa que cada edificación presenta un valor numérico de vulnerabilidad físico estructural ante sismos, útil para categorizar la misma según la metodología. De hecho, la dispersión de estos valores alrededor de la media aritmética genera un rango de valores entre 0,63 y 23; en el que se encuentra aproximadamente el 80% de los datos, indicando que la mayoría están próximos entre sí y por consiguiente serán considerados de una forma estándar como normales, es decir, el tipo de vulnerabilidad no estaría fuera de lo “normal” y mantendría una tendencia baja. Por otro lado, cada valor numérico que supere este rango tendrá una vulnerabilidad con tendencias crecientes.

#### **4.3.2. VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES ANTE ERUPCIONES VOLCÁNICAS**

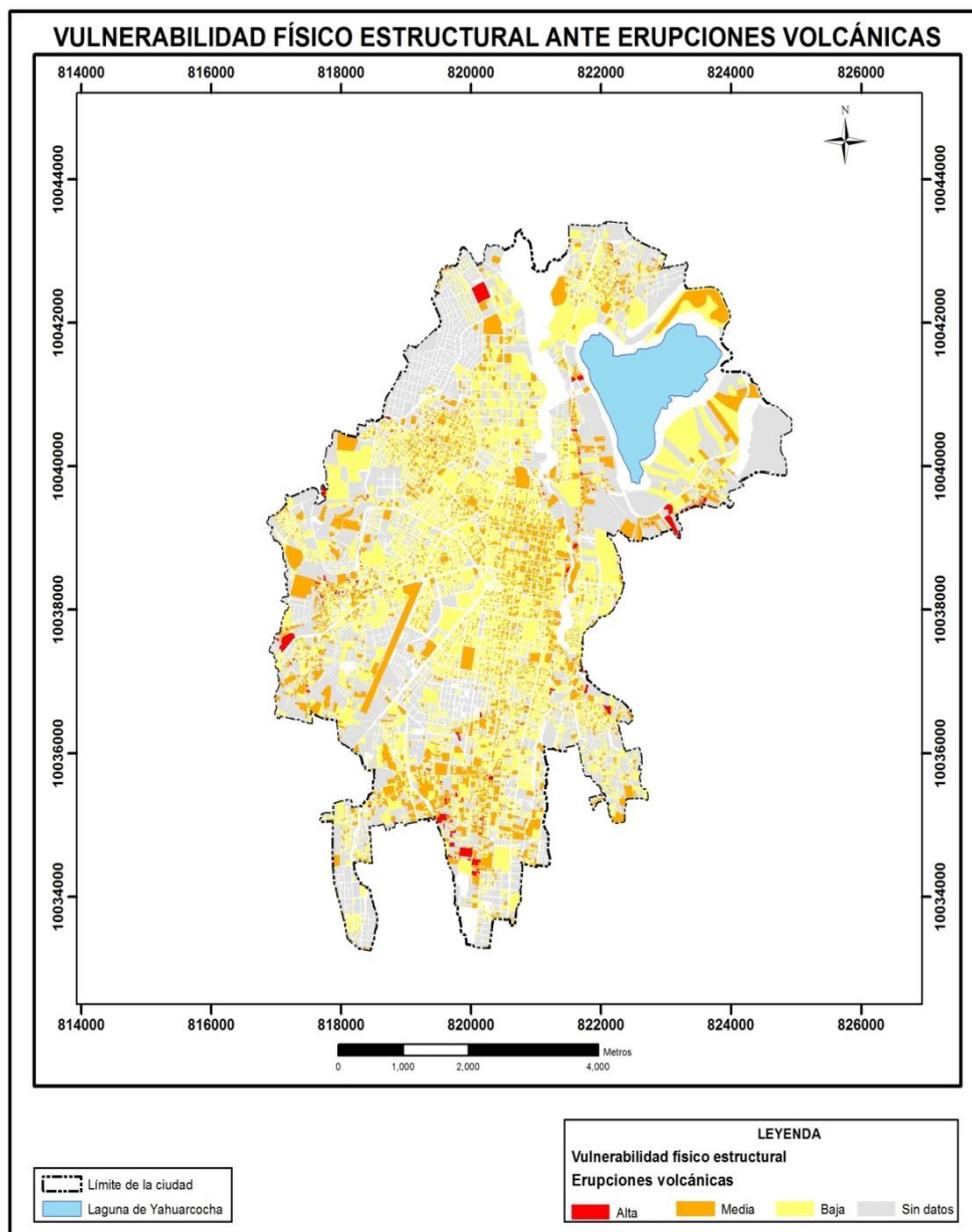
La ciudad de Ibarra al estar ubicada dentro de un valle interandino de la sierra ecuatoriana se localiza dentro del cinturón de fuego del Pacífico, lo que ocasiona una intensa actividad sísmica y volcánica por esta ubicación. Sin embargo, la amenaza volcánica más cercana a la ciudad es la producida por la posible actividad del volcán Imbabura. En tal virtud, 24.849 edificaciones fueron analizadas dentro de la ciudad y se determinó que un 69% presenta vulnerabilidad baja hacia erupciones volcánicas, un 30% presenta vulnerabilidad media y únicamente el 1% presenta vulnerabilidad alta. Estos resultados son muy similares a los presentados por la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (2012) en el documento “Análisis de vulnerabilidades del cantón Latacunga” en el cual se analiza la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones en la ciudad de la Latacunga y se determinó que un 58% presenta vulnerabilidad media, un 18% presenta vulnerabilidad baja y un 25% presenta vulnerabilidad alta. Por consiguiente, se concluye que los resultados son semejantes porque también este autor trabaja con la misma metodología planteada en el presente estudio y además denota las semejanzas arquitectónicas tan intrínsecas pero a la vez notables en las ciudades del Ecuador de la región Sierra (pues el estudio realizado por Escuela Superior Politécnica del Chimborazo como el presente estudio fueron realizados en dos ciudades de la Sierra ecuatoriana).

Asimismo, Escuela Politécnica del Chimborazo (2012) deduce que “el análisis paramétrico de los valores de las variables indica que el número de pisos, el tipo de suelo, el material de paredes y en parte el tipo de cubierta son los parámetros que influyen en la vulnerabilidad cantonal. No obstante los parámetros que mayor peso tienen en la metodología, que son el tipo de cubierta y la topografía, no presentan valores muy desfavorables, lo que implica que la mayoría de edificaciones presentan vulnerabilidad media”. De hecho, el análisis paramétrico de las variables en la ciudad de Ibarra determinó que el 1% de las edificaciones presentan alta vulnerabilidad, por el hecho de encontrarse construidas en terrenos topográficamente escarpados o ubicados sobre o bajo calzada; además, por tener cubiertas ya sea con vigas de madera y teja o vigas de madera y zinc. La importancia de poseer estas características en las edificaciones radica en que estos parámetros son los de

mayor influencia en la metodología de vulnerabilidad por erupciones volcánicas. Estas edificaciones se concentran fundamentalmente en los barrios: Caranqui, Pugacho, Cananvalle, Chorlaví y Huertos Familiares.

El análisis paramétrico también muestra a un 30% de las edificaciones con vulnerabilidad media a erupciones volcánicas; esto debido al hecho de presentar cierta combinación de características que los hacen medianamente susceptibles frente a la amenaza, por ejemplo muchas están construidas en zonas de escarpe, en suelos plásticos, presentan más de un piso o el tipo de cubierta es metálica o con vigas de madera y zinc. Estas edificaciones medianamente vulnerables se encuentran distribuidas por toda la ciudad, pero se concentran especialmente en los barrios de Caranqui, Huertos Familiares, Los Ceibos, El Tejar, centro de Ibarra, El Retorno y La Florida.

Además, el 69% de las edificaciones presentan una vulnerabilidad baja porque mayoritariamente se localizan en suelos con régimen de humedad seco y presentan características poco vulnerables como paredes de ladrillo o bloque, estructura y cubierta de hormigón armado, estado de conservación bueno, construcción a partir de 1990. Estos elementos físico estructurales de baja vulnerabilidad se distribuyen por toda la ciudad pero se concentran en barrios como: Pílanquí, El Olivo, Teodoro Gómez De La Torre, Mercado Amazonas, Pílanquí del IESS, El Ejido, El Empedrado, Cabezas Borja, Velasco, Huertos Familiares y Azaya. Finalmente en la Figura 4.15 (ver mapa 18 en Anexo E) se observa la ubicación espacial de cada edificación dentro de la ciudad y su respectiva vulnerabilidad físico estructural.



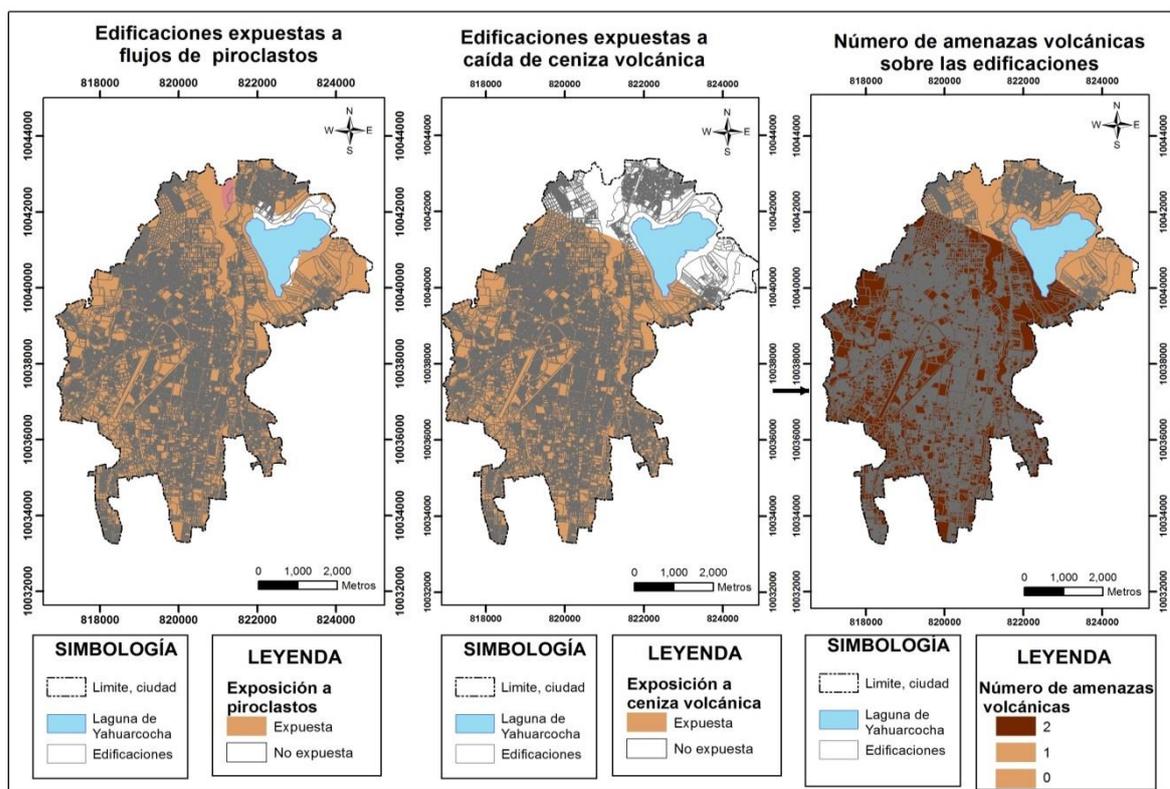
**Figura 4.15.** Vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones ante erupciones volcánicas

Fuente: Departamento de Avalúos y Catastros del Ilustre Municipio de Ibarra

Elaboración propia

Por otro lado, la amenaza más peligrosa por su grado de propagación a casi toda la ciudad es la volcánica, esto a pesar de ser la menos recurrente en la ciudad, ya que no se posee registros históricos de la última erupción del volcán Imbabura. Sin embargo, desde el punto de vista de exposición a la amenaza volcánica, la ciudad está expuesta a dos tipos de amenazas: caída de ceniza y flujo de piroclastos y únicamente el 0,07% de la ciudad no se encontraría expuesta a cualquiera de estas amenazas (ver figura 4.16 y mapa en Anexo 2).

Por lo tanto, la ciudad es muy susceptible a la amenaza volcánica, de hecho el 76% de la superficie del territorio está expuesta a estas dos amenazas y el 23% por lo menos a una (ver fuente de los mapas de amenaza volcánica en Anexo A). Esta noción de la amenaza es útil como indicador de probabilidad de daño, así se observa que la mayor exposición a la caída de ceniza estaría en la parte sur de la ciudad en los barrios: Caranqui, La Florida, Yuyucocha, El Retorno, altamente edificados y el flujo de piroclastos se produciría en toda la superficie urbana. Por ende, casi todos los barrios urbanos en caso de erupción volcánica presentarían una alta y mediana susceptibilidad por exposición.



**Figura 4.16.** Edificaciones expuestas a las diferentes amenazas volcánicas

Fuente: Secretaría Nacional de Planificación, 2012

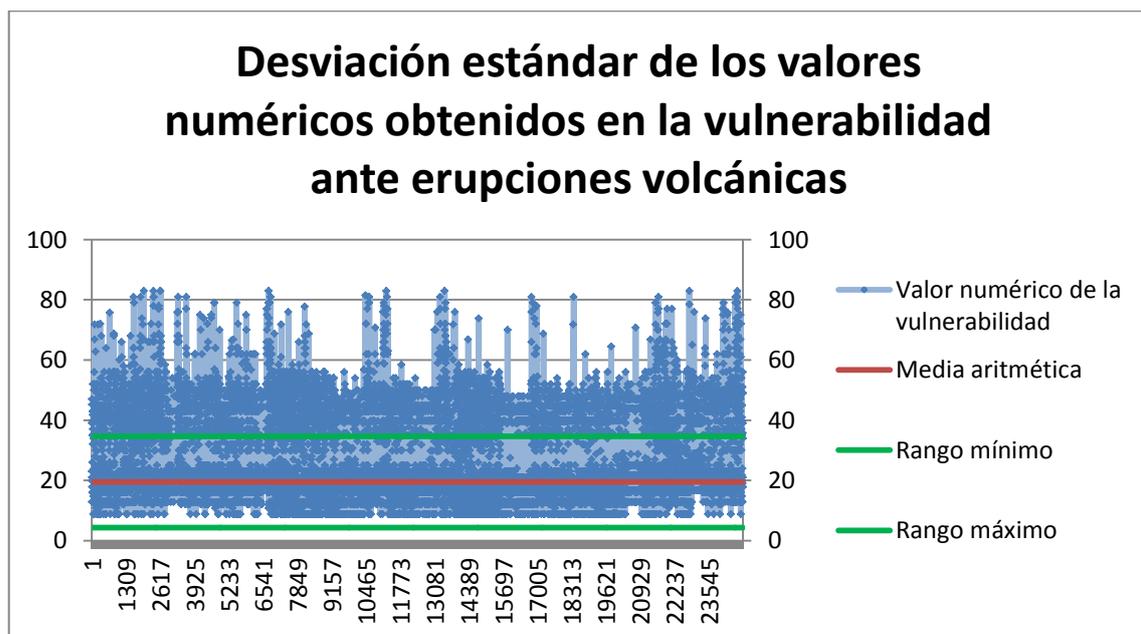
Elaboración propia

En conclusión, a pesar que solo el 1% de las edificaciones presenta una vulnerabilidad físico estructural alta y el 30% una vulnerabilidad media, el 99% del territorio está expuesto a una de estas amenazas y el 76% a dos amenazas. Esta sobreexposición de amenazas, por así denominarlo haría más vulnerable a las edificaciones y como dato preliminar y general produciría un importante número de zonas de alto y mediano-alto

riesgo volcánico en la ciudad. No obstante, cabe resaltar que históricamente, no existe un registro histórico oficial de alguna erupción del volcán Imbabura hace 400 años como mínimo, por lo cual esto disminuiría la probabilidad de encontrar zonas extremadamente vulnerables por exposición o de riesgo volcánico.

Además, también esta vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones se expresa a través de variables categóricas, no obstante, se observa en el Gráfico 4.3 la dispersión de los datos numéricos obtenidos (mediante la aplicación de la metodología de vulnerabilidad por erupciones volcánicas) a través de la interpretación de la desviación estándar.

**Gráfico 4.3.** Desviación estándar de los valores numéricos de la vulnerabilidad en las edificaciones frente a erupciones volcánicas



Elaboración propia

Se observa que cada edificación presenta un valor numérico de vulnerabilidad físico estructural ante inundaciones, útil para categorizar la vulnerabilidad según la metodología. De hecho, la dispersión de estos valores alrededor de la media aritmética genera un rango de valores entre 4 y 34; en el que se encuentra aproximadamente el 69% de los datos, indicando que la mayoría están próximos entre sí y por consiguiente serían considerados de una forma estándar como normales, es decir, el tipo de vulnerabilidad no estaría fuera de lo “normal” al mantener tendencias bajas. Pero cada valor numérico que supere este rango

tendrá una vulnerabilidad fuera de lo normal, es decir una tendencia media y alta. Esta variación de datos tiene una relación directa con lo planteado teóricamente en la metodología, que presenta una distribución numérica de 0 a 100 y se categoriza en rangos de 0 a 33 como baja, de 33 a 66 como media y 66 a 100 como alta.

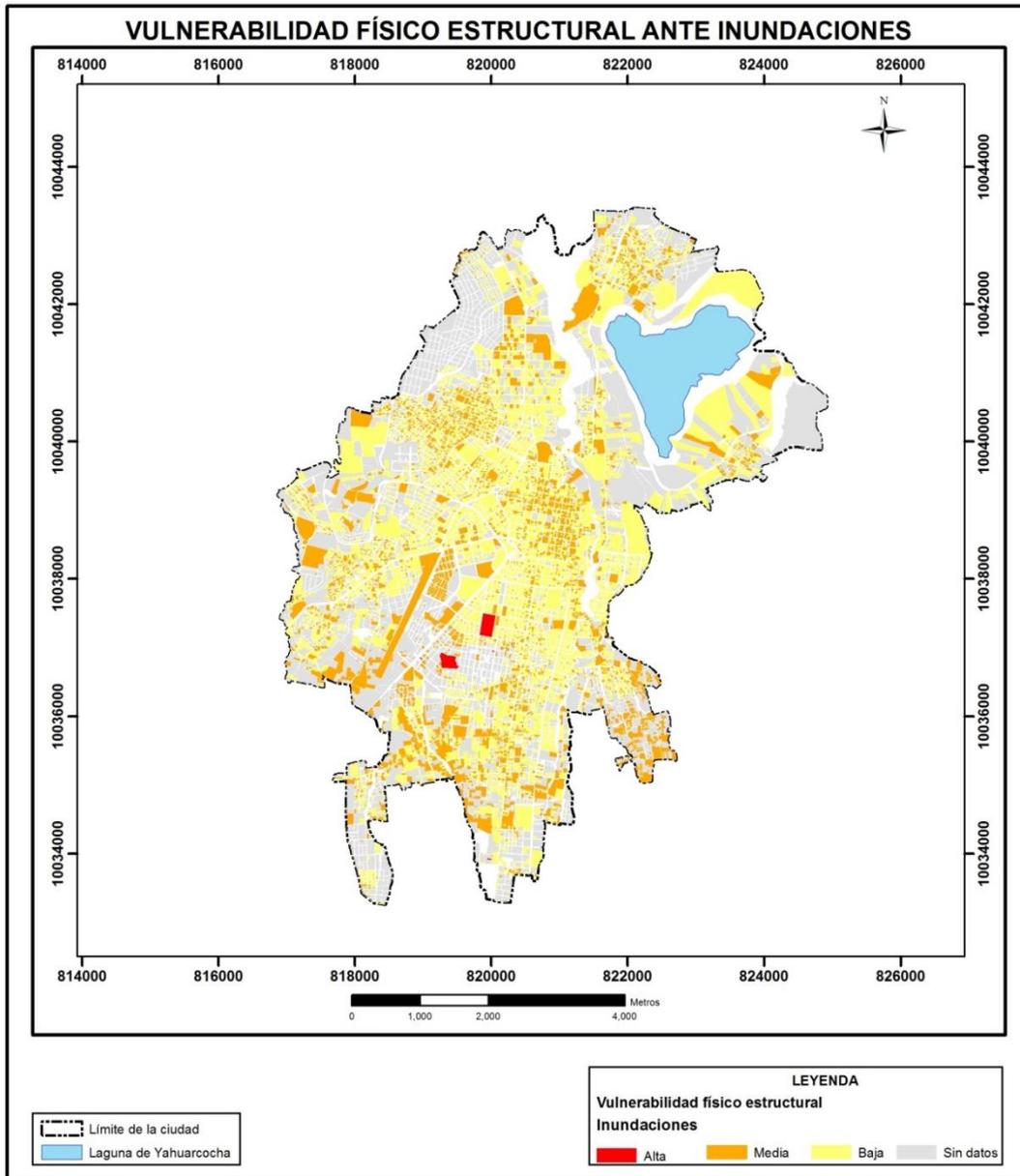
#### **4.3.3. VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES ANTE INUNDACIONES**

Se analizaron 24.849 edificaciones pertenecientes al catastro predial de la ciudad y se determinó que un 70,39% presenta vulnerabilidad baja hacia inundaciones, un 29,57% presenta vulnerabilidad media y únicamente un 0,04% presenta vulnerabilidad alta. De hecho, los resultados logrados son similares a los resultados obtenidos por otros autores aplicando la misma metodología en dos ciudades del país. Así es como, Aldeán & Hidalgo (2012) indican que “el 42,98% de las edificaciones de la ciudad de El Coca, presentan índices de vulnerabilidad media ante la amenaza de inundaciones, el 19,67% vulnerabilidad baja, mientras que el 7,20% presenta vulnerabilidad alta”. Mientras Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (2012) determinó que “en la ciudad de Latacunga las edificaciones de la ciudad, en su gran mayoría (66%) presentan índices de vulnerabilidad media ante inundaciones y un 31% presentan índices altos, mientras solo un 2% de las mismas presenta índices bajos”.

Del mismo modo, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (2012) concluye que, de acuerdo al análisis paramétrico de las variables “la alta vulnerabilidad está influenciada principalmente por el hecho de tener un 45% de edificaciones ubicadas en zonas de suelos inundables o cenagosos, son de un piso (60% de las edificaciones) y presentan materiales de paredes de adobe, tapial, bahareque o bloques (75% de las edificaciones) susceptibles de sufrir daños por inundación, variables que destaca la metodología”. De igual manera, el análisis paramétrico de las variables estructurales en la ciudad de Ibarra determinó que un 0,03% de las edificaciones con vulnerabilidad alta eran resultado de encontrarse en suelos inundables, húmedos, plásticos o de tipo de relleno y a la vez localizados en zonas bajo nivel de la calzada o planas; parámetros de mayor influencia en la metodología de

vulnerabilidad por inundación. Estas esporádicas edificaciones se distribuyen por barrios como: Yuyucocha, Yacucalle y Priorato. Pero, sin duda existen concentraciones importantes de edificaciones con vulnerabilidad media en barrios como: Urbanización Ajaví, Pilanquí, 10 de Agosto, 4 Esquinas, El Retorno, por el hecho de ubicarse sobre suelos húmedos, suaves o de relleno y a la vez presentar características como ser de un piso; no obstante, presentan características resistentes como pared de bloque y ladrillo, cubierta de hormigón armado, o con vigas de madera y zinc.

En cambio, barrios como: El Alpargate, Tahuando, Domingo Albuja, El Olivo, La Campiña y El Tejar también concentran edificaciones de vulnerabilidad media, estas también están edificadas en suelos húmedos, plásticos o de relleno, debido a estar ubicados cerca al río Tahuando, además muchas poseen paredes de adobe, tapial y también cubiertas de madera y teja. Un sector especial que presenta una significativa concentración de edificaciones con vulnerabilidad media, a pesar de estar ubicado en suelo seco, es el centro de Ibarra comprendido entre los barrios: San Agustín, La Merced, Santo Domingo y San Martín; dicha concentración se produce también como en los casos anteriores por presentar edificaciones con mucha antigüedad, con alto deterioro, con paredes de tapial, adobe y cubiertas de madera y teja (ver fotografías en Anexo 3). No obstante, casi todos los barrios de la ciudad presentan algún tipo de edificación con vulnerabilidad media. Por otro lado, un 75% de las edificaciones de la ciudad presenta vulnerabilidad baja producto de que las mismas están asentadas en suelo seco, a la vez presentan, en su gran mayoría, características como: cubiertas de hormigón armado, paredes de ladrillo o bloque, topográficamente están sobre nivel de calzada y de hecho no han sido construidas hace más de 10 años. La distribución de estas edificaciones es por toda la ciudad, sin embargo, existen concentraciones significativas con baja vulnerabilidad en barrios como: El Ejido, El Chofer, Ajaví Chico, Los Ceibos, Católica y La Victoria. A continuación, en la Figura 4.17 (ver mapa 20 en Anexo 2) se observa la ubicación espacial de las edificaciones en la ciudad de Ibarra y la correspondiente vulnerabilidad físico estructural.



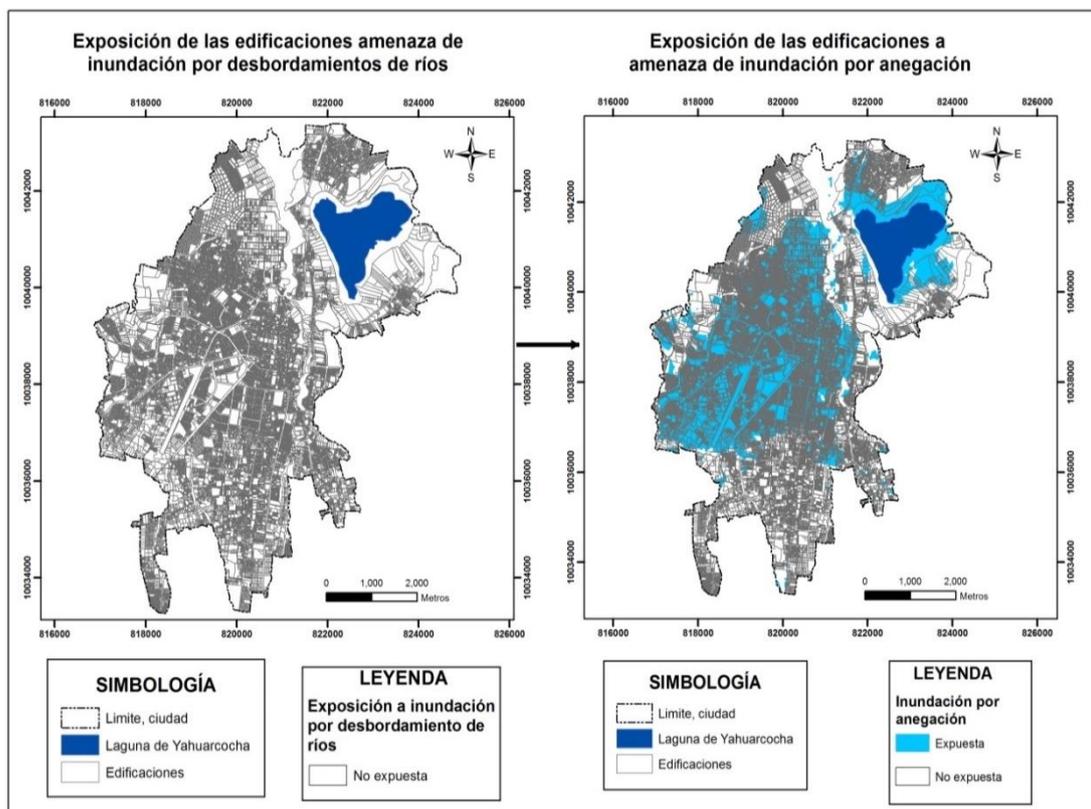
**Figura 4.17.** Vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones ante inundaciones

Fuente: Departamento de Avalúos y Catastros del Ilustre Municipio de Ibarra

Elaboración propia

No obstante, la ciudad de Ibarra está expuesta a la amenaza por inundación pero una comparación a detalle entre la amenaza y las edificaciones no se puede realizar por la diferencia entre escalas entre los dos elementos de análisis. Sin embargo, se puede obtener una visión general, de cómo se produce la vulnerabilidad de los elementos por exposición a la amenaza. Es así como, el mapa de amenaza de inundación por desbordamiento de ríos, a escala 1:50.000 elaborado a nivel nacional (ver mapa 35 en Anexo E), muestra que Ibarra

no tiene ninguna amenaza de este tipo y por lo tanto las edificaciones no están expuestas a este tipo de amenaza. Pero, Ibarra tiene zonas susceptibles a anegamiento (ver metodología para determinar la amenaza a anegamiento en Anexo A). En la ciudad el 40% de la superficie no presenta susceptibilidad al anegamiento, y el 5% está inundada permanentemente, por lo cual las edificaciones ubicadas en estos barrios no están expuestas a este tipo de inundación (ver figura 4.18 y mapa 21 en Anexo E). No obstante, el 55% restante es susceptible a inundarse y como dato muy general (por la escala de elaboración) barrios como: Chorlaví, la Florida, Aeropuerto, Pilanquí, Urbanización Ajaví, El Bosque y La Victoria presentarían zonas medianamente susceptibles al anegamiento.



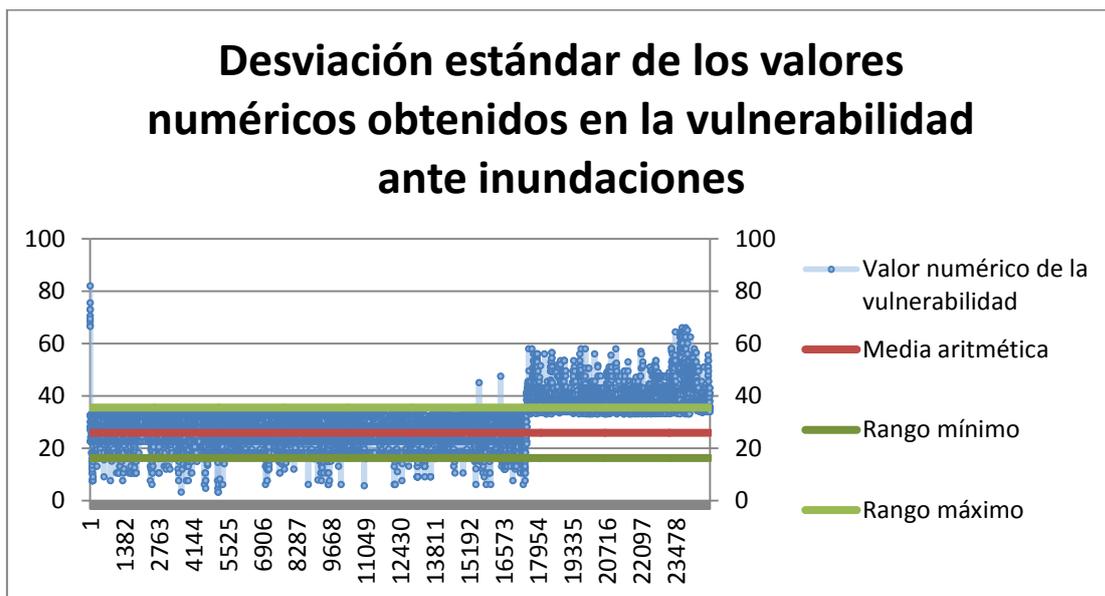
**Figura 4.18.** Edificaciones expuestas a las diferentes amenazas por inundación  
Elaboración propia

En conclusión, el 75% de las edificaciones presenta vulnerabilidad baja a inundaciones, el 55% de la superficie urbana presenta susceptibilidad al anegamiento y a la vez, no existe amenaza por desbordamiento de ríos. Barrios como: Urbanización Ajaví, Pilanquí, ex-Aeropuerto y La Florida presentan una importante concentración de edificaciones medianamente vulnerables y a la vez estarían asentadas (desde una visión muy general)

sobre terrenos con susceptibilidad media al anegamiento. Finalmente, menos del 1% de las edificaciones presenta vulnerabilidad alta a inundaciones, porque muy pocas edificaciones están ubicadas en zonas húmedas, inundables o rellenas. Y sin duda, existe este pequeño porcentaje porque en general el suelo de la ciudad es seco, la pendiente normalmente es plana y tampoco existen edificaciones con sistemas estructurales de caña o madera.

Además, también esta vulnerabilidad se expresa a través de variables categóricas. Así, en el Gráfico 4.4 se observa la dispersión de los datos numéricos obtenidos (mediante la aplicación de la metodología de vulnerabilidad ante inundaciones) a través de la desviación estándar.

**Gráfico 4.4.** Desviación estándar de los valores numéricos de la vulnerabilidad en las edificaciones frente a inundaciones



Elaboración propia

Se observa que cada edificación presenta un valor numérico de vulnerabilidad físico estructural ante inundaciones, útil para categorizar la vulnerabilidad según la metodología. Efectivamente, la dispersión de estos valores alrededor de la media aritmética genera un rango de valores entre 16 y 35; en el que se encuentra aproximadamente el 78% de los datos, indicando que la mayoría están próximos entre sí y por consiguiente serán considerados de forma estándar como normales, es decir, el tipo de vulnerabilidad no está

fuera de lo “normal” al mantener tendencias bajas. Pero cada valor numérico que supere este rango tendrá una vulnerabilidad fuera de lo normal, es decir una tendencia media y alta. Esta variación de datos tiene una relación directa con lo planteado teóricamente en la metodología, que presenta una distribución numérica de 0 a 100 y se categoriza en rangos de 0 a 33 como baja, de 33 a 66 como media y 66 a 100 como alta.

#### **4.3.4. VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL ANTE DESLIZAMIENTOS**

Se analizaron 24.849 edificaciones dentro de la ciudad de Ibarra y se determinó que un 88,08% presentan vulnerabilidad baja hacia deslizamientos, un 11,59% presentan vulnerabilidad media y únicamente el 0,33% presentan vulnerabilidad alta. Estos resultados son un poco similares a los obtenidos por otros autores que aplicaron la misma metodología en dos ciudades del país. Así es como, Aldeán & Hidalgo (2012) indican que “el 54,35% de las edificaciones de la ciudad de El Coca, presentan índices de vulnerabilidad bajos ante la amenaza de inundaciones, el 14,32% vulnerabilidad media, mientras que el 1,18% con índices de vulnerabilidad altos. Mientras Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (2012) indica que “en la ciudad de Latacunga en su mayoría (58%), presenta índices de vulnerabilidad medios ante deslizamientos, mientras que un 30% presenta índices de vulnerabilidad bajos y sólo 12% presenta índices medio-altos”.

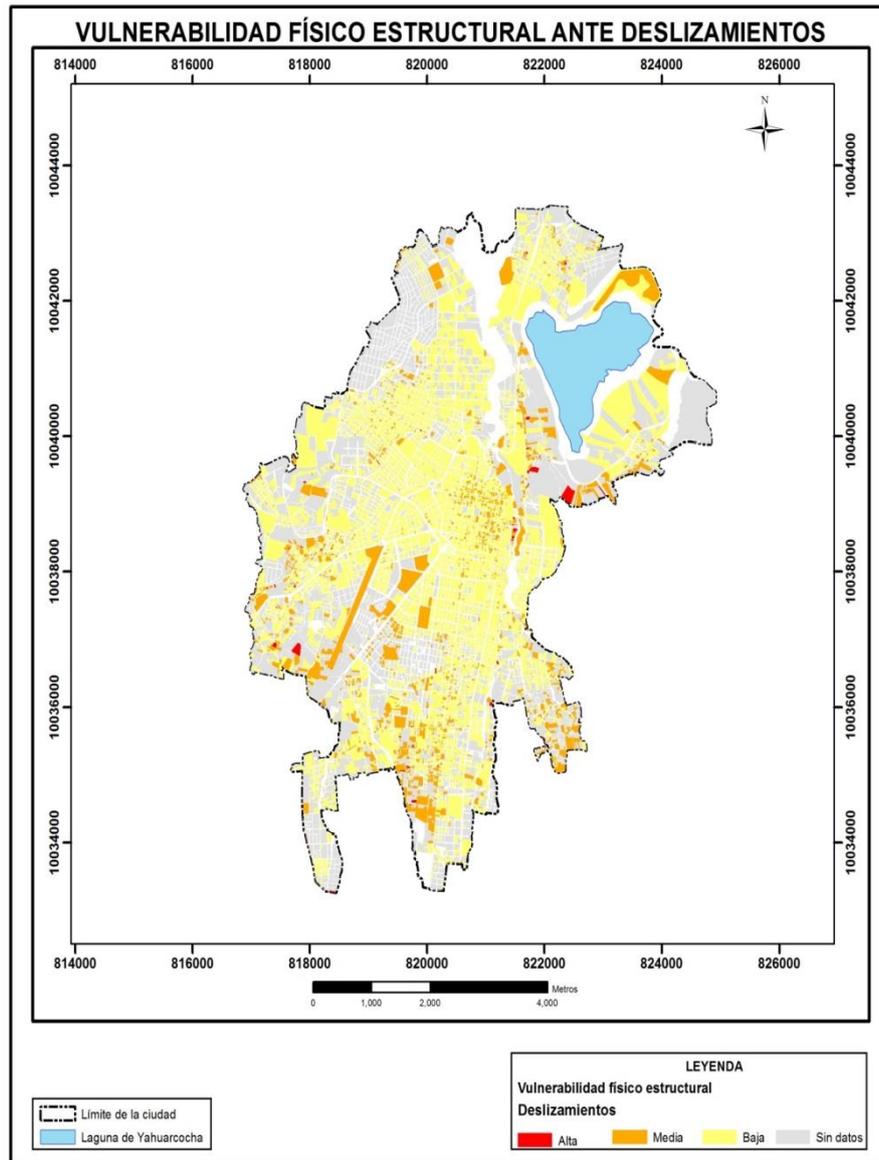
Esta semejanza de la vulnerabilidad físico estructural es debido primero a las similitudes arquitectónicas existentes entre las ciudades ecuatorianas y segundo a las ponderaciones dentro de la metodología, es por eso que, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (2012) concluye que “el análisis paramétrico determina que el 12% de las edificaciones de la Latacunga son de alta vulnerabilidad por el hecho de que se encuentran construidas en terreno topográficamente escarpado, sea positivo o negativo, sobre o bajo calzada, parámetros de mayor influencia en la metodología de vulnerabilidad por deslizamiento; a una similar conclusión se llegó en el presente estudio.

De hecho, el análisis paramétrico determinó que el 0,33% de las edificaciones son de alta vulnerabilidad, por el motivo de que se encuentran construidas en terrenos con pendiente escarpada o construidos sobre o bajo calzada; parámetros de mayor influencia en la metodología de vulnerabilidad por deslizamiento. Estas edificaciones se encuentran distribuidas fundamentalmente en los barrios de Caranqui, Pugacho, Priorato, Yahuarcocha, la Florida, Colinas del Sur (ver fotografías en Anexo F). A la vez, presentan pared de tapial o adobe, una característica preponderante en este tipo de edificaciones, que puede ser porque muchas de las edificaciones presentan una antigüedad de más de 30 años.

Por otro lado, el análisis paramétrico también determinó a un 11,59% de las edificaciones con vulnerabilidad media a deslizamientos, por la razón de presentar ciertas características que los hacen medianamente endebles a la amenaza, por ejemplo muchas están construidas en zonas de escarpe, en suelos plásticos, húmedos o rellenos, además, poseen estructuras de pared soportante y su tipo de pared es bloque. Mayoritariamente estas edificaciones se encuentran localizadas en los barrios: Guayaquil de Piedras, Ejido de Caranqui, La Floresta y el sector del ex aeropuerto. Pero una concentración significativa de edificaciones se produce en el centro histórico de la ciudad en los barrios: Santo Domingo, La Merced, San Agustín, El Carmen, San Francisco, de igual manera en Caranqui y en los barrios rurales El Romerillo y San Francisco del Tejar (ver fotografías en el Anexo F). En el centro de Ibarra, se produce esa concentración porque es una zona plana y las edificaciones presentan muchos años de antigüedad y por lo tanto un gran estado de deterioro, igualmente poseen techos de teja y madera, paredes de adobe o tapial y por ende estructuradas de la forma pared portante. En cambio, en Caranqui y en los barrios del sector rural se presentan similares características, pero además muchos están ubicados en zonas con pendiente y en terrenos plásticos o húmedos. Finalmente, el 88% de las edificaciones de la ciudad presentan una vulnerabilidad baja porque en su mayoría se localizan en terrenos secos y de pendiente plana, además presentan características poco vulnerables como sistema estructural aporticado y paredes de ladrillo o bloque. Una concentración importante de edificaciones con vulnerabilidad baja se produce en los barrios de la parroquia Alpachaca, Teodoro Gómez, Los Ceibos, Simón Bolívar. También, como dato adicional, los tres parques considerados elementos esenciales dentro de la recreación presentan una

vulnerabilidad media. El análisis de cada elemento esencial se lo realizará en subcapítulos siguientes.

En la figura 4.19 (ver mapa 14 en Anexo E) se observa la ubicación espacial de las edificaciones dentro de la ciudad y la correspondiente vulnerabilidad físico estructural.

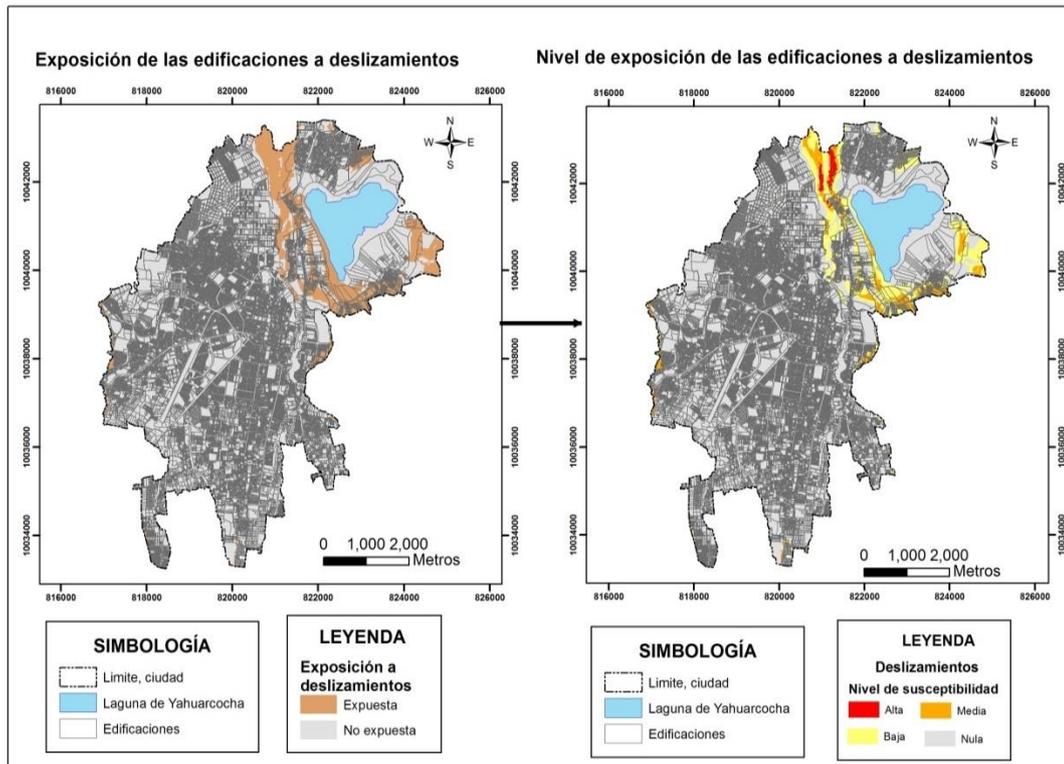


**Figura 4.19.** Vulnerabilidad física estructural de las edificaciones ante deslizamientos

Fuente: Departamento de Avalúos y Catastros del Ilustre Municipio de Ibarra  
Elaboración propia

Desde el punto de vista de exposición aproximadamente el 89% de la superficie de la ciudad no está expuesta a deslizamientos y de ahí el 11% está expuesto a esta amenaza.

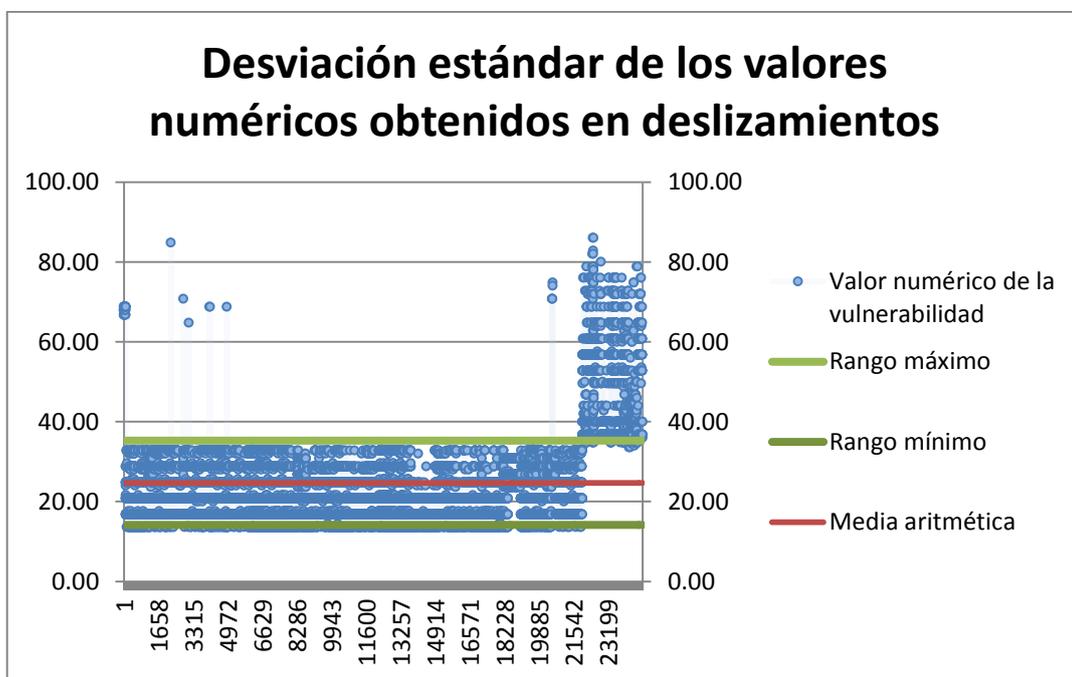
Una comparación a detalle entre la amenaza y las edificaciones no se puede realizar por la diferencia entre escalas geográficas entre los dos elementos de análisis Sin embargo se elaboró el mapa de susceptibilidad a deslizamientos (ver metodología para elaboración del mapa de amenaza en Anexo A). De igual manera, en el Anexo F, se observa la siguiente cartografía base: pendientes (mapa 26), geología (mapa 27), uso actual del suelo (mapa 28) y precipitación (mapa 29). No obstante, de una manera general se observa un aproximado del 70% de las edificaciones no expuestas a la amenaza como tal (ver figura 4.20 y mapa 15 en Anexo 2), y de hecho, como indicador de probabilidad se puede denotar que solo el 0,38% de la ciudad tiene una exposición alta a deslizamientos, misma que se da en sectores no edificados.



**Figura 4.20.** Edificaciones expuestas a la amenaza de deslizamiento  
Elaboración propia

Además, se puede observar la dispersión de los datos numéricos obtenidos (después de la aplicación de la metodología) a través de la desviación estándar. A la vez, se observa la variación esperada de los datos respecto a la media aritmética, es decir los rangos mínimos y máximos de la distribución normal y además ayuda a determinar si un grupo de medidas está de acuerdo con el modelo teórico. Por lo tanto, en el Gráfico 4.5 se observa la dispersión de los valores numéricos de las edificaciones obtenidos después de aplicar la metodología de vulnerabilidad por deslizamientos.

**Gráfico 4.5.** Desviación estándar de los valores numéricos de la vulnerabilidad en las edificaciones frente a deslizamientos



Elaboración propia

Se observa que cada edificación presenta un valor numérico de vulnerabilidad físico estructural ante deslizamientos, útil para categorizar la vulnerabilidad según la metodología. De hecho, la dispersión de estos valores alrededor de la media aritmética genera un rango de valores entre 14 y 35; en el que se encuentra aproximadamente el 98% de los datos, indicando que la mayoría están próximos entre sí y por consiguiente serían considerados de una forma estándar como normales, es decir, el tipo de vulnerabilidad no estaría fuera de lo “normal” al mantener tendencias bajas. Pero cada valor numérico que supere este rango tendrá una vulnerabilidad fuera de lo normal, es decir una tendencia media y alta. Esta variación de datos tiene una relación directa con lo planteado

teóricamente en la metodología, que presenta una distribución numérica de 0 a 100 y se categoriza en rangos de 0 a 33 como baja, de 33 a 66 como media y 66 a 100 como alta.

Finalmente, a la vez también es necesario evaluar la vulnerabilidad a aquellos elementos físicos estructurales considerados esenciales para la ciudad de Ibarra y por ende la población ibarreña

#### **4.4. VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESENCIALES**

Después de ubicar geográficamente a cada elemento esencial fue necesario calificar la vulnerabilidad físico estructural de cada uno, acorde a la metodología y la vulnerabilidad funcional por dependencia. Como resultado, se obtuvo tanto la vulnerabilidad físico estructural de los elementos esenciales a deslizamientos, sismos, inundaciones y a erupciones volcánicas; como la funcional por dependencia; no obstante hubo un elemento esencial al cual no se pudo determinar su vulnerabilidad por la falta de datos precisos sobre su edificación, el cual fue el Cuartel Militar “Yaguachi”.

##### **4.4.1. VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS ESENCIALES**

Para mayor diferenciación del tipo de elemento esencial y del grupo al que pertenecen se han separado los resultados de la vulnerabilidad físico estructural por los tres campos fundamentales según D’Ercole & Metzger (2002) los cuales son: población y sus necesidades, logística urbana, capacidad de gestión y administración.

En el Cuadro 4.2 se observa la vulnerabilidad físico estructural de todos los elementos esenciales pertenecientes a las áreas de educación, salud, recreación, patrimonio y equipamiento, las cuales pertenecen al grupo “Población y necesidades”.

**Cuadro 4.2.** Vulnerabilidad de los elementos esenciales pertenecientes al grupo “Población y necesidades”

<b>Grupo</b>	<b>Población y sus necesidades</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Sismos</b>	<b>Volcánica</b>	<b>Inundación</b>	<b>Deslizamientos</b>
Asilos	Asilo “León Ruales”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Asilo “San José”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Asilo “Lucila Maya de Proaño”	Baja	Baja	Baja	Baja
Cementerio	Cementerio de Caranqui	Baja	Media	Media	Baja
	Cementerio parroquial ubicado en Alpachaca	Baja	Media	Media	Baja
	Cementerio “Jardín de Paz”	Baja	Media	Media	Baja
	Cementerio parroquial ubicado en Priorato	Baja	Alta	Baja	Baja
	Cementerio “San Francisco”	Baja	Media	Media	Baja
	Cementerio “San Miguel de Ibarra”	Baja	Media	Media	Baja
Educación	Universidad Técnica del Norte UTN	Baja	Baja	Baja	Baja
	Universidad Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra, PUCE-SI	Baja	Baja	Baja	Baja
	Instituto tecnológico superior "17 de Julio"	Baja	Baja	Baja	Baja
	Colegio Sagrado Corazón de Jesús	Baja	Baja	Baja	Baja
	Unidad educativa "La Salle"	Baja	Baja	Baja	Baja
	Colegio Fiscomisional "San Francisco"	Baja	Baja	Baja	Baja
	Unidad educativa particular "La Inmaculada"	Baja	Media	Media	Baja
	Colegio particular salesiano "Sánchez y Cifuentes"	Baja	Baja	Baja	Baja
	Unidad educativa experimental "Teodoro Gómez de la Torre"	Baja	Baja	Baja	Baja
	Colegio “Victor Manuel Guzmán”	Baja	Baja	Baja	Baja
Colegio Nacional "Ibarra"	Baja	Baja	Baja	Baja	
Patrimonial	Iglesia “Nuestro Señor del Amor”	Media	Media	Media	Baja
	Iglesia “Alpachaca”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Iglesia “Santo Domingo”	Baja	Baja	Media	Baja
	Iglesia “Catedral”	Media	Media	Media	Baja
	Ex-Cuartel militar	Baja	Baja	Baja	Baja
	Iglesia “La Merced”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Iglesia “La Dolorosa”	Baja	Media	Baja	Baja
Recreación	Estadio de liga barrial ubicado en la ciudadela “El Chofer”	Baja	Media	Media	Baja
	<b>Continúa</b>				

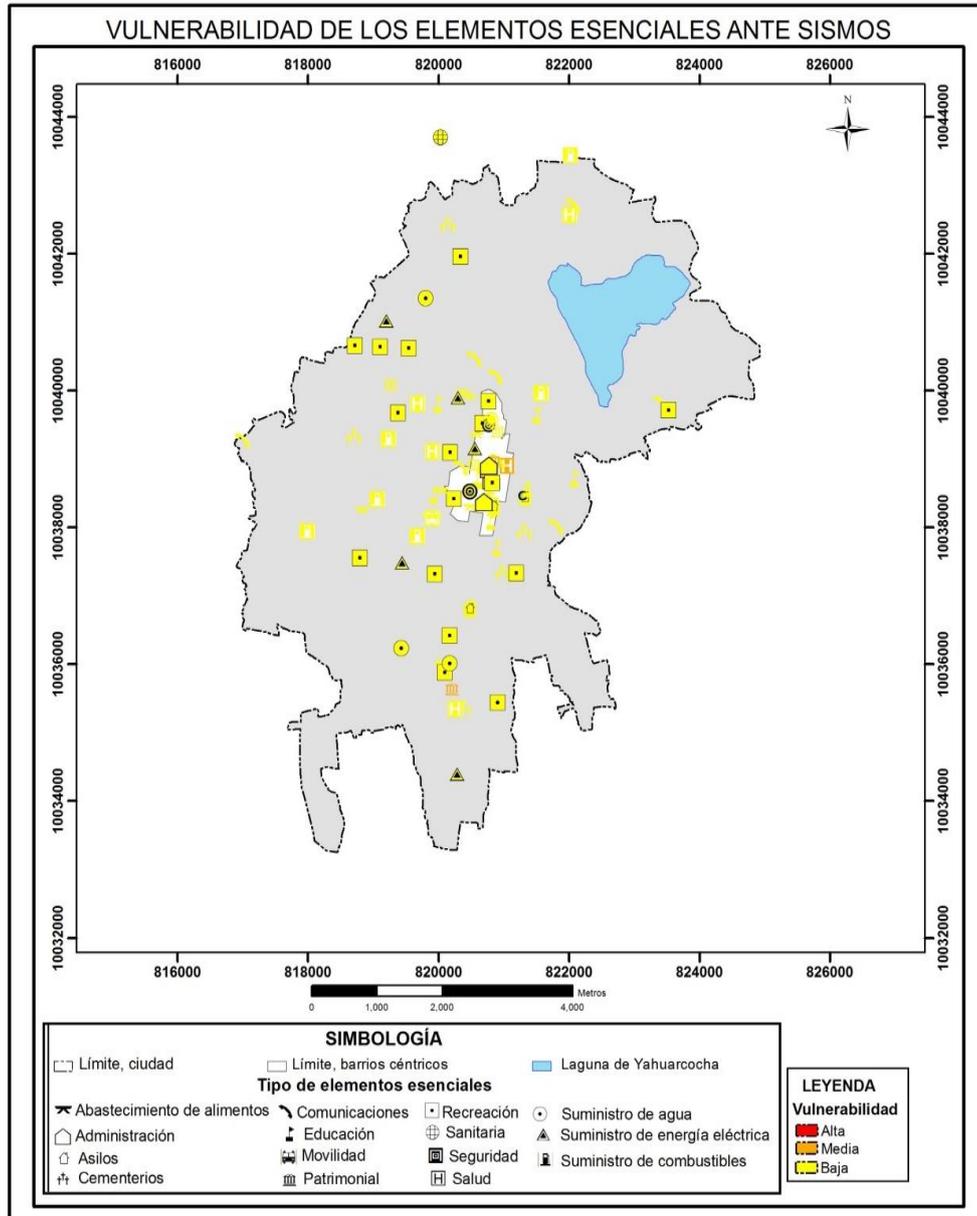
<b>Continuación</b>					
	Coliseo “Caranqui”	Baja	Media	Baja	Baja
	Estadio de liga barrial ubicado en Azaya	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio de liga barrial ubicado en el Mirador de Azaya	Baja	Media	Media	Baja
	Plaza de toros “La Candelaria”	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio liga barrial ubicado en el barrio 15 de Diciembre	Baja	Alta	Baja	Baja
	Estadio de liga barrial ubicado en Pílanquí	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio liga barrial ubicado en el Colegio “V́ctor Manuel Guzmán”	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio Olímpico “Ciudad de Ibarra”	Baja	Media	Media	Baja
	Coliseo UNE	Baja	Media	Baja	Baja
	Coliseo “Luis Leoro Franco”	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio de liga barrial ubicado en El Ejido de Caranqui	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio de liga barrial ubicado en Guayaquil de Piedras	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio universitario	Baja	Media	Media	Baja
	Parque “Pedro Moncayo”	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio liga barrial ubicado en Caranqui	Baja	Media	Media	Baja
	Parque “La Familia”	Baja	Media	Alta	Media
	Estadio de liga barrial ubicado en Priorato	Baja	Media	Media	Baja
	Parque Céntrica “Boulevard”	Baja	Media	Media	Media
	Estadio de liga barrial ubicado en El Olivo	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio de liga barrial ubicado en el barrio 15 de Diciembre	Baja	Media	Media	Baja
<b>Salud</b>	Subcentro de salud “Caranqui”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Centro Salud N°1	Media	Media	Media	Baja
	Hospital “San Vicente de Paul”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Hospital IESS	Baja	Baja	Baja	Baja
	Subcentro de salud “Priorato”	Baja	Media	Media	Media

Elaboración propia

De todos los elementos esenciales pertenecientes al grupo “Población y necesidades” ninguno presenta vulnerabilidad alta a cualquiera de las cuatro amenazas. Si se caracteriza de una forma más particular, la amenaza a la cual presentan menos vulnerabilidad es a la sísmica, de hecho, solo dos elementos presentan vulnerabilidad media a este tipo de amenaza, el Centro de Salud N°1 y la iglesia “Catedral” (ver fotografías en el Anexo F).

Un análisis por área esencial permite observar el comportamiento de cada área en base a la vulnerabilidad de cada uno de sus elementos de forma general. Así, los asilos de la ciudad, importantes por concentrar población vulnerable, presentan una vulnerabilidad baja a los cuatro tipos de amenazas. De igual manera, en los cementerios predomina la vulnerabilidad baja a sismos y deslizamientos, pero predomina la vulnerabilidad media a inundaciones y erupciones volcánicas, esto por la razón de no poseer cubierta. Sin embargo, existe un caso especial, el cementerio a ser ubicado en Priorato (espacio disponible pero en construcción), el cual presenta vulnerabilidad alta a erupciones volcánicas, por estar ubicado en un sitio con pendiente del terreno escarpada y por obvias razones no presentar cubierta (ver fotografía en Anexo F). En el sistema educativo predomina la vulnerabilidad baja, exceptuando la institución “La Inmaculada” que presenta vulnerabilidad media tanto a erupciones volcánicas como a inundaciones, esto debido a que la institución presenta un estado de conservación regular y una cubierta con vigas de madera y teja. La recreación como área esencial, en general, presenta una vulnerabilidad baja a sismos y a deslizamientos, de ahí su importancia como potenciales refugios; sin embargo presenta vulnerabilidad media a erupciones volcánicas y a inundaciones, porque la mayoría de sus elementos, parques y estadios, no presentan cubierta, por lo cual serían propensos a la caída de ceniza volcánica o a inundarse.

El área de salud donde sus elementos presentan vulnerabilidad baja a las cuatro amenazas, excepto el Centro de Salud N°1 y el Subcentro de Priorato que presentan vulnerabilidad media frente a ciertas amenazas (ver cuadro 4.2), vulnerabilidad producida por el material de construcción y el estado de conservación de estos elementos. Finalmente en la Figura 4.21 (ver mapa 22 en Anexo E) se observa la distribución de la vulnerabilidad de los elementos esenciales frente a sismos.



**Figura 4.21.** Distribución espacial de la vulnerabilidad de los elementos esenciales ante sismos  
Elaboración propia

Por otro lado, los elementos esenciales pertenecientes al grupo de “Administración y seguridad” presentan comportamientos similares. Dentro del área esencial, Administración, únicamente la Gobernación presenta vulnerabilidad media a sismos por el motivo de ser una edificación con pared de bloque de piedra y poseer entresijos de madera, los otros elementos presentan vulnerabilidad baja a los cuatro tipos de amenazas (ver cuadro 4.3). Del mismo modo, elementos pertenecientes al área seguridad y organismos de socorro presentan vulnerabilidad a las cuatro amenazas estudiadas.

**Cuadro 4.3.** Vulnerabilidad de los elementos esenciales pertenecientes al grupo de “Capacidad de gestión y administración”

<b>Grupo</b>	<b>Capacidad de gestión y administración</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Sismos</b>	<b>Volcánica</b>	<b>Inundación</b>	<b>Deslizamientos</b>
Administración	SNGR	Baja	Baja	Baja	Baja
	Municipio	Baja	Baja	Baja	Baja
	Gobernación	Media	Baja	Baja	Baja
	GPI	Baja	Baja	Baja	Baja
Seguridad	Policía Nacional	Baja	Baja	Baja	Baja
	Estación Bomberos	Baja	Baja	Baja	Baja
	Cruz Roja	Baja	Baja	Baja	Baja

Elaboración propia

Un grupo importante, también necesario para satisfacer las necesidades de la población es “Logística urbana”, el cual posee siete áreas esenciales y en total 35 elementos esenciales, los cuales poseen diferentes comportamientos de vulnerabilidad frente a las cuatro amenazas (ver cuadro 4.4) Por ejemplo, los elementos dentro del área esencial, “abastecimientos de alimentos”, presentan vulnerabilidad baja frente a las cuatro amenazas, excepto elementos como: Gran AKÍ, AKÍ y principal feria libre, los cuales presentan vulnerabilidad media a inundaciones y erupciones volcánicas, por características particulares de su cubierta. Asimismo, dentro del área “abastecimiento de combustibles” existe mayor predominancia de vulnerabilidad baja, excepto en elementos como la gasolinera “El Olivo” que presenta vulnerabilidad media a inundaciones por presentar características como estructura de pared portante y por estar ubicado en zona plana; también está la envasadora de gas, la cual también presenta vulnerabilidad media a erupción volcánica e inundaciones por tener una estructura mixta y presentar una cubierta mayoritariamente metálica. En la Figura 4.22 se observa la fotografía del elemento “envasadora de gas”.



**Figura 4.22.** Fotografía de la Envasadora de gas

La “comunicación”, como área esencial también presenta mayor concentración de elementos con vulnerabilidad baja (ver cuadro 4.4) a excepción de Radio Base “La Loma” que presenta vulnerabilidad media a erupciones volcánicas por estar ubicado sobre un terreno con pendiente escarpada, además las centrales telefónicas: La Victoria, Priorato y Yahuarcocha; también presentan vulnerabilidad media a inundación por características particulares de su construcción como pared de bloque y ubicación en zonas planas con tendencia a inundarse. Por otra parte, el único elemento esencial sanitario, el relleno sanitario, presenta vulnerabilidad alta a erupciones volcánicas por estar ubicado sobre un terreno de tipo inundable, con pendiente escarpada y por obvias razones no presentar cubierta. Estas mismas razones convergen entre sí y por la categorización ponderada de cada variable generan una vulnerabilidad media hacia deslizamientos e inundaciones.

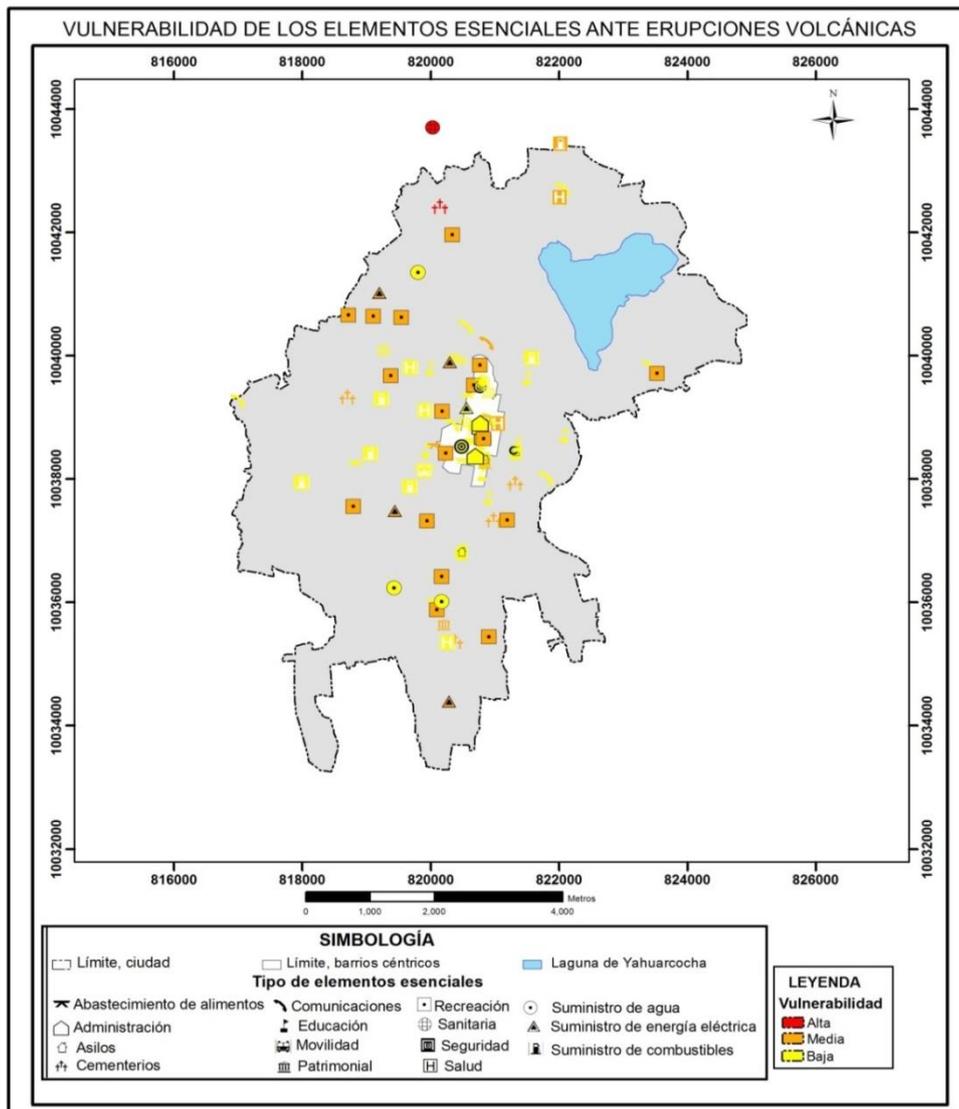
De igual manera, el único elemento físico estructural en “movilidad”, el Terminal terrestre presenta vulnerabilidad media hacia inundaciones por ser una edificación de un piso, poseer pared de bloque y estar ubicado en una zona plana. Por otro lado, un área esencial destacable es la del “suministro de agua potable” en la cual todos sus elementos presentan vulnerabilidad baja. Pero, también, está el área esencial “suministro de energía eléctrica” en la cual las subestaciones eléctricas presentan vulnerabilidad media a erupciones volcánicas e inundaciones, por la razón de no presentar cubierta protectora.

**Cuadro 4.4.** Vulnerabilidad de los elementos esenciales pertenecientes al grupo “Logística urbana”

Grupo	Logística urbana	Amenazas			
		Sismos	Volcánica	Inundación	Deslizamiento
Tipo	Nombre				
Abastecimiento de alimentos	Mercado “Santo Domingo”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Empresa Municipal de Rastro	Baja	Baja	Baja	Baja
	Mercado “Mayorista”	Baja	Baja	Baja	Baja
	AKI	Baja	Media	Media	Baja
	Mercado “Amazonas”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Gran AKI	Baja	Media	Media	Baja
	SuperTÍA	Baja	Media	Baja	Baja
	Principal feria libre	Baja	Media	Media	Baja
	Supermaxi	Baja	Baja	Baja	Baja
Abastecimiento de combustibles	Gasolinera “Primax”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Gasolinera “28 de Septiembre”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Gasolinera “El Olivo”	Baja	Baja	Media	Baja
	Gasolinera “Petrocomercial”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Gasolinera “La Florida”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Envasadora de gas	Baja	Media	Media	Baja
Comunicaciones	Central “Caranqui”	Baja	Baja	Media	Baja
	CNT	Baja	Baja	Baja	Baja
	Grupo Corporativo del Norte (dos edificios)	Baja	Baja	Baja	Baja
	Central Milagro	Baja	Baja	Baja	Baja
	Central Azaya	Baja	Baja	Baja	Baja
	Radio Base “La loma”	Baja	Media	Baja	Baja
	Central “La Victoria”	Baja	Baja	Media	Baja
	Central “Priorato”	Baja	Baja	Media	Baja
	Central “Yahuarcocha”	Baja	Baja	Media	Baja
Sanitaria	Relleno sanitario	Baja	Alta	Media	Media
Suministro de agua potable	Planta de tratamiento y potabilización “Caranqui”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Sistema de bombeo “Yuyucocha”	Baja	Baja	Baja	Baja
	Planta de tratamiento y potabilización “Azaya”	Baja	Baja	Baja	Baja
Este comportamiento de la vulnerabilidad de los elementos esenciales frente a la posible amenaza presenta una distribución espacial dentro del territorio	Subestación “El Retorno”	Baja	Media	Media	Baja
	Subestación “Alpachaca”	Baja	Media	Media	Baja
	EMELNORTE	Baja	Baja	Baja	Baja
	Subestación “Ajaví”	Baja	Media	Media	Baja
	Subestación “San Agustín”	Baja	Media	Media	Baja
	Subestación “Bellavista”	Baja	Media	Media	Baja
Movilidad.	Terminal terrestre	Baja	Baja	Media	Baja

Elaboración propia

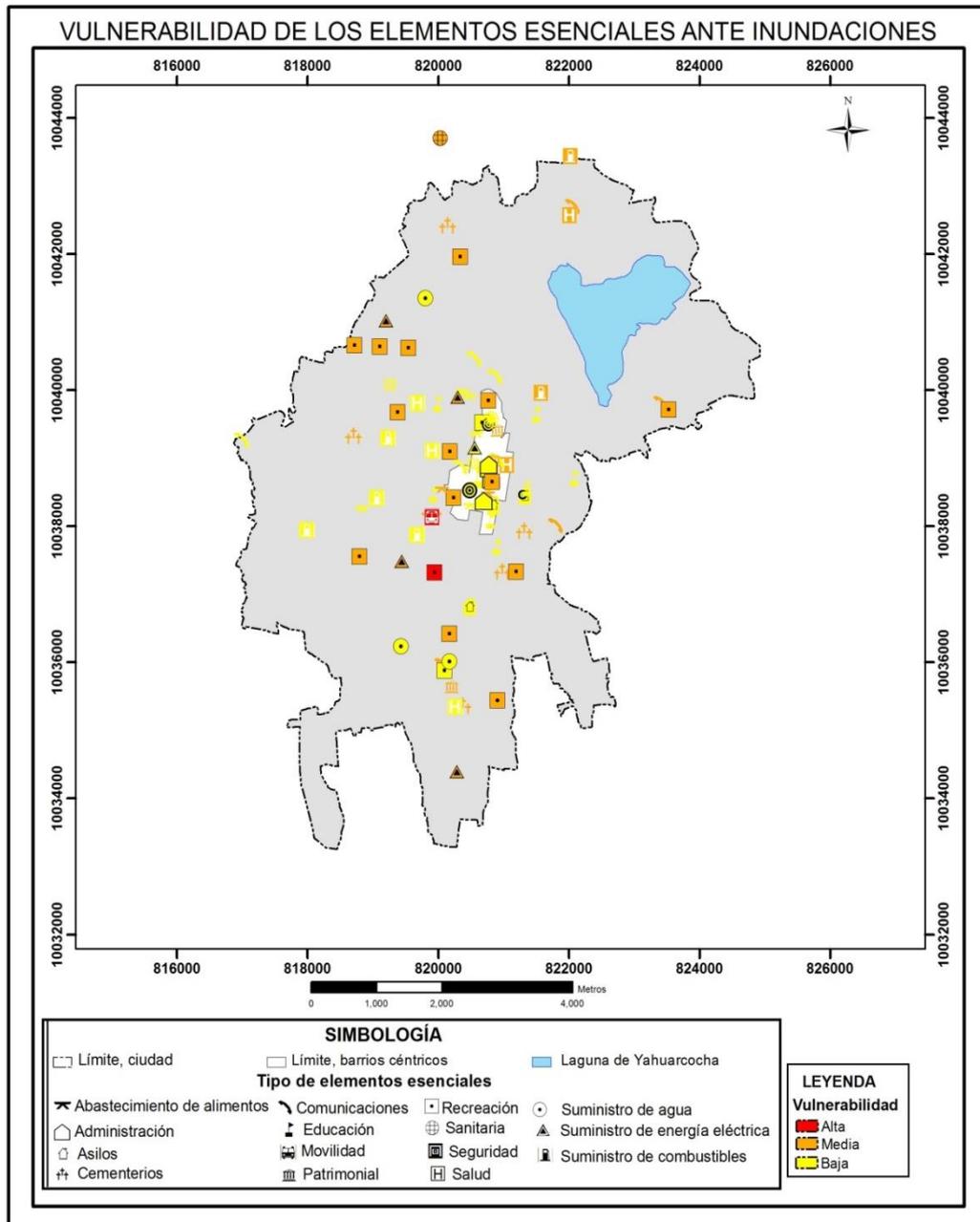
Finalmente a continuación se observa la distribución espacial de la vulnerabilidad de los elementos esenciales (EE) frente a erupciones volcánicas, inundaciones y deslizamientos. En la Figura 4.23 (ver mapa 25 en Anexo E) se visualiza la distribución geográfica de los elementos esenciales ante erupciones volcánicas. Se observa un elemento con vulnerabilidad alta y también no se observa una gran diferencia entre la cantidad de elementos con vulnerabilidad media y la cantidad con vulnerabilidad baja.



**Figura 4.23.** Distribución espacial de la vulnerabilidad de EE ante erupciones volcánicas  
Elaboración propia

Del mismo modo, en la Figura 4.24 (ver mapa 24 en Anexo E) se puede visualizar la distribución geográfica de los elementos esenciales frente a inundaciones, en el que no se

observa una gran diferencia entre la cantidad de elementos con vulnerabilidad media y la cantidad con vulnerabilidad baja.

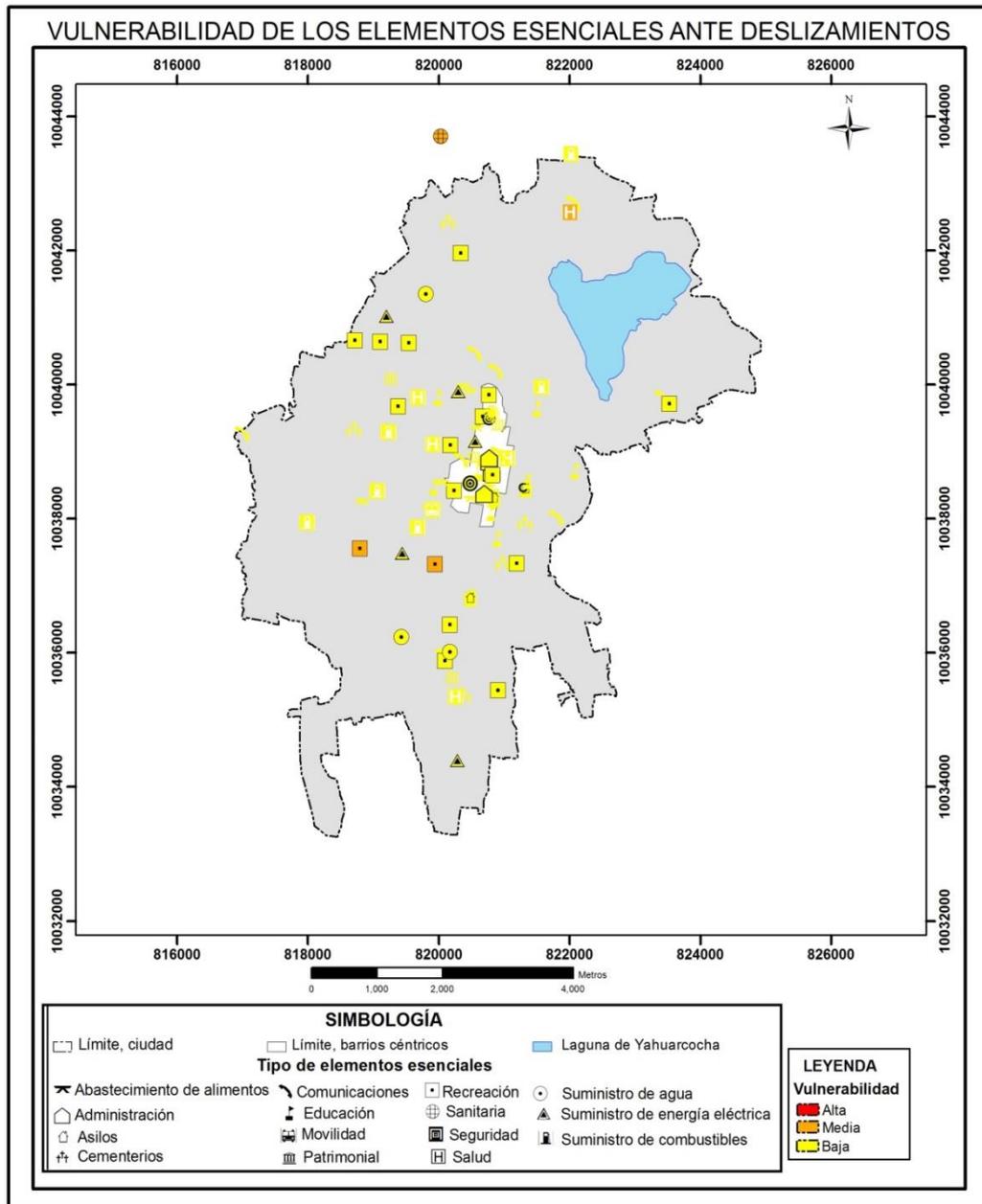


**Figura 4.24.** Distribución espacial de la vulnerabilidad de los EE ante inundaciones

Elaboración propia

De igual manera, en la Figura 4.25 (ver mapa 23 en Anexo E) se observa la distribución espacial de la vulnerabilidad de los elementos esenciales ante deslizamientos, en el cual, se

visualiza a varios elementos con vulnerabilidad media a la amenaza, tal es el caso de los elementos de recreación y cementerios.



**Figura 4.25.** Distribución espacial de la vulnerabilidad de los elementos esenciales ante deslizamientos

Elaboración propia

No obstante, la evaluación de la vulnerabilidad físico estructural no da una lectura muy amplia de la vulnerabilidad de los elementos esenciales, por lo cual fue necesario determinar la vulnerabilidad funcional de los elementos esenciales

#### **4.4.2. VULNERABILIDAD FUNCIONAL DE LOS ELEMENTOS ESENCIALES**

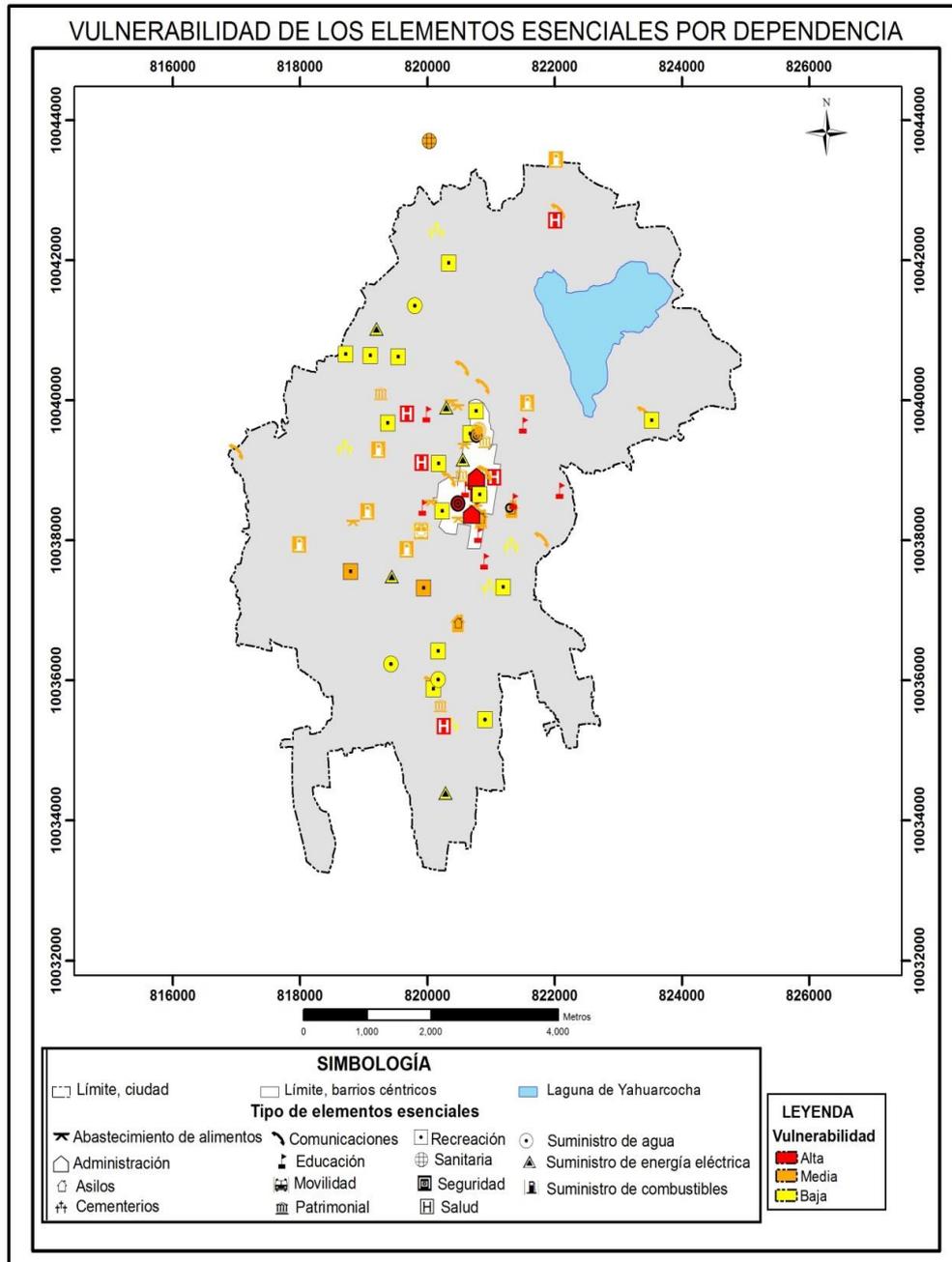
La vulnerabilidad funcional de los elementos esenciales se la realizó a través de la determinación de la vulnerabilidad por dependencia a través de una matriz de calificación (ver cuadro 4.5) en la cual se mide el grado de dependencia de los elementos esenciales hacia las áreas esenciales pertenecientes al grupo “Logística Urbana”, con la finalidad de comprender como este tipo de vulnerabilidad afecta estructuralmente a la ciudad.

**Cuadro 4.5.** Matriz de calificación de la vulnerabilidad funcional de los elementos esenciales

<b>Elementos Esenciales</b> <b>Áreas esenciales</b>	Asilos	Cementerios	Universidades	Instituciones educativas	Iglesias	Ex cuartel militar	Estadios de ligas	Estadio universitario	Estadio Olímpico	Parques	Hospitales	Subcentros de salud	Centro de salud	SNGR	Municipio	Gobernación	GPI	Policía Nacional	Estación de Bomberos	Cruz Roja	Mercados	Supermercados	Gasolineras	Envasadora de Gas	Centrales de teléfono	Medios comunicación	Relleno sanitario	Plantas potabilización	Plantas de bombeo	Subestaciones eléctricas	Terminal terrestre	EMELNORTE	
Movilidad	1	2	3	3	2	0	2	2	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	0	2	4	2	4	4	1		
Seguridad	2	1	2	2	2	1	1	1	1	4	4	4	4	2	2	2	2	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	3	1	
Abastecimiento de alimentos	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	3	3	3	1	1	1	1	1	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Abastecimiento de combustibles	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	0	0	0	2	0	1	1	1	4	2	
Comunicaciones	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	4	0	1	1	1	1	1	
Infraestructura sanitaria	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	1	3	3	3	0	0	0	0	1	0	
Suministro de agua potable	4	1	4	4	1	0	1	1	1	1	4	4	4	3	3	3	3	2	4	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
Suministro de energía eléctrica	3	2	4	4	2	2	1	1	1	3	3	4	4	4	4	4	4	2	2	4	2	2	1	2	4	0	0	2	2	0	3	2	
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	
<b>NIVEL</b>																																	

Simbología  Alta  Media  Baja

A la vez, la Figura 4.26 también muestra la ubicación territorial de los elementos esenciales con su respectiva vulnerabilidad funcional por dependencia.



**Figura 4.26.** Vulnerabilidad de los elementos esenciales por dependencia  
Elaboración propia

Después de determinar la vulnerabilidad funcional de los elementos esenciales por dependencia se concluye que los elementos de salud, educación y administración son los más dependientes de los servicios proporcionados por los elementos del grupo “logística

urbana”; por ende son elementos de alta vulnerabilidad porque el funcionamiento es muy dependiente de otros servicios y en caso de crisis su alto grado de dependencia podría generar disfuncionalidades en sus actividades, es decir, por ejemplo si se produjera el colapso de los servicios de agua potable, energía eléctrica o comunicación (a través de la telefonía fija) estos elementos tendrían serios problemas para seguir funcionando con regularidad.

De hecho, esta caracterización de la vulnerabilidad funcional permite entender mejor la vulnerabilidad global de los elementos esenciales pues mientras los elementos de recreación como parques y estadios presentan vulnerabilidad físico estructural media hacia inundaciones y erupciones volcánicas, por otro lado también presentan vulnerabilidad funcional baja por dependencia (ver matriz en Anexo D). Por otro parte, ningún elemento esencial correspondiente a salud, educación o administración presentan vulnerabilidad físico estructural alta pero si presentan vulnerabilidad funcional alta por dependencia.

Asimismo elementos pertenecientes a las áreas esenciales de comunicación, abastecimiento de combustibles y abastecimiento de alimentos presentan en su totalidad vulnerabilidad funcional media por dependencia, la cual es diferente a la vulnerabilidad físico estructural que aproximadamente un 90% es baja (ver matriz en Anexo D). Estas pequeñas conclusiones permiten dilucidar la complejidad del funcionamiento de un elemento esencial y su vulnerabilidad. El presente estudio fue un análisis preliminar de la vulnerabilidad global de los elementos esenciales y con esto se busca tener información necesaria para la toma de decisiones.

Sin embargo, al momento de evaluar globalmente los efectos de la vulnerabilidad físico estructural en el normal desenvolvimiento de las actividades de la ciudad de Ibarra, es necesario evaluar la relación que existe entre la vulnerabilidad físico estructural, la densidad poblacional y la concentración de elementos esenciales y para el efecto se debe considerar unidades territoriales con escalas geográficas a mayor detalle, pero que no difieran mucho a la de variables analizadas, y en el caso de Ibarra, una unidad territorial adecuada es el sector censal determinado previamente por el INEC.

#### 4.5. DELIMITACIÓN DE LOS SECTORES VULNERABLES EN LA CIUDAD

La caracterización de sectores vulnerables dentro de la ciudad se produjo después de realizar una comparación por sector censal tres características particulares de la ciudad: la vulnerabilidad física estructural, la densidad poblacional y la concentración de elementos esenciales de alta importancia; esto con el fin de determinar sectores importantes y sectores vulnerables y si alguno de estos cumple estas dos condiciones, sería un sector prioritario en la gestión de riesgos. De hecho, el análisis por sector censal permitió comprender a una escala cartográfica más detallada como es el comportamiento de la vulnerabilidad. Cada sector censal puede ser identificado a través de los barrios que los integran (ver cuadro 4.6); sin embargo, esta información es muy general, por la escala geográfica a la que se encuentran establecidos los barrios de la ciudad en el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón.

**Cuadro 4.6.** Barrios que integran los sectores censales dentro de la ciudad

Sector censal	Barrios
1	La Merced, San Agustín, El Libertador, Velasco, El Carmen, San Francisco.
2	El Olivo, El Bosque, La Victoria, Católica, San Martín, Tahuando, El Libertador, Yuracucito.
3	Ajaví Chico, Ajaví Grande (porción), Santo Domingo, Los Molinos
4	San Miguel, Simón Bolívar, Ajaví Grande (porción)
5	Urb. 7 de Abril, Alpachaca, 16 de Febrero, 28 de Abril, Auxilios Mutuos, El Chofer.
6	Las Palmas, El Chofer, El Empedrado, Nuevo Hogar, Urb. José M. Leoro, Ciudad Blanca
7	Urb. Pílanquí IESS, Cabezas Borja, Ciudad Blanca, Ajaví Grande (porción).
8	15 de Diciembre, Santa Teresita, Los Pinos, Alpachaca, Panecillo, Palmas.
9	Azaya, Mirador de Azaya.
10	Huertos Familiares, Azaya Norte, Lomas de Azaya, Mirador de Azaya.
11	Colinas de Ibarra, El Camal, El Obrero, Galo Larrea, Urb. 7 de Abril, San Miguel.
12	El Empedrado, Almeida Galárraga, Nuevo Hogar, Urb. José M. Leoro, Urb. El Jardín, Urb. Pílanquí.

**Continúa**

### Continuación

13	El Mirador, Priorato, Santa Marianita, Yuracruz, Yuracucito, Yahuarcocha.
14	Yacucalle, Bola Amarilla, Yuyucocha, Caranqui, Cuatro Esquinas.
15	Priorato, Tababuela.
16	El Olivo, La Quinta, El Mirador, El Olivo Alto.
17	Yacucalle.
18	La Victoria, BEV-Banco Ecuatoriano de la Vivienda, Domingo Albuja, El Alpargate, Loma Guayabillas.
19	Guayaquil de Piedras, Caranqui, El Retorno, La Palma_REV, Bellavista, La Pradera, San Luis.
20	Urb. Colinas del Sur, Pugacho Bajo, Chorlaví, Pugacho Alto, La Florida, El Ejido, Cananvalle, El Milagro.
21	La Floresta, 10 de Agosto, Yuyucocha, Ejido de Caranqui, Catzoloma, Naranjito, El Chamanal.
22	Yuyucocha, Guayaquil de Piedras, Caranqui.
23	Teodoro Gómez, Los Ceibos.
24	Teodoro Gómez, Cuatro Esquinas, Bola Amarilla, Fausto Endara.
25	Zoila Galárraga, Nuevos Horizontes, Cooperativa Flota Imbabura, El Empedrado, Urb. Colinas del Sur, El Ejido, Urb. Rivadeneira, Almeida Galárraga, Aeropuerto.
26	Huertos Familiares, El Camal, Azaya Norte.
27	Teodoro Gómez, La Campiña, Los Ceibos, Las Malvinas, Romerillo Alto, El Tejar, Santa Lucía del Retorno, El Bosque, Romerillo Bajo.
28	San Juan Calle, Don Bosco, Basílica, Amazonas.
29	Amazonas, Egas Grijalva, Yacucalle, Teodoro Gómez, Domingo Albuja.
30	El Ejido, Cabezas Borja, Velasco, Selva Alegre, Urb. Ajaví, Aeropuerto, Pilanquí BEV, Pulmón, La Floresta.
31	Chorlaví, La Florida, El Ejido, La Floresta.
32	Caranqui, San Luis, Los Ceibos, El Retorno, La Palma_REV.

Elaboración propia

Además, en la Tabla 4.1 se puede ver la relación que existe entre la densidad poblacional, la concentración de elementos esenciales y la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones en porcentajes ante los cuatro tipos de amenazas, dentro de los 32 sectores censales de la ciudad.

**Tabla 4.1.** Vulnerabilidad físico estructural, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales por sector censal

Sector censal	Densidad poblacional	N° EE	Sismos (%)			Erupciones volcánicas (%)			Inundaciones (%)			Deslizamientos (%)		
			Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
1	Media	10	61,51	38,48		73,29	26,27	0,43	44,3	55,14	0,54	51,9	48,1	
2	Baja	2	64,84	35,16		68,3	30,71	1,04	41,5	56,23	2,23	50,3	49,7	
3	Alta	3	77,12	22,88		84,6	15,4		55,7	44,08	0,22	63,8	36,2	
4	Alta	0	98,56	1,44		98,3	1,73		70,9	29,1		83,6	16,4	
5	Alta	2	98,42	1,58		94,2	5,44	0,35	65,6	33,86	0,53	65,3	34,7	
6	Alta	0	85,42	14,58		98,7	1,2	0,11	80,8	19,21		82,3	17,7	
7	Alta	3	85,49	14,51		91,6	8,25	0,14	68	31,86	0,14	75,4	24,6	
8	Alta	0	97,21	2,79		92,2	7,39	0,45	71,3	28,11	0,63	63,9	36,1	
9	Alta	0	96,84	3,15		94,1	5,56	0,3	62,6	36,79	0,6	56,6	43,4	
10	Media	1	99,17	0,83		89,1	10,75	0,1	72,3	27,4	0,31	78,9	21,1	
11	Media	4	97,9	2,1		93,5	6,11	0,35	79,1	22,38	0,52	79,6	25,5	
12	Media	0	100			98,5	1,49		84,4	15,61		80,1	19,9	
13	Baja	1	89,46	10,54		78,2	20,18	1,66	56	39,15	4,82	71,2	28,8	
14	Baja	3	89,42	10,58		74,8	25,07	0,15	75,8	23,48	0,72	63,8	35,7	0,58
15	Baja	3	96,3	3,7		88,7	10,89	0,45	64,8	33,78	1,46	65,2	34,7	0,11
16	Baja	1	85,5	14,5		75	22,48	2,52	56,3	39,92	3,78	76,3	23,7	
17	Alta	1	98,68	1,32		97,9	2,09		81,6	18,39		92	7,93	0,11
18	Alta	1	98,44	1,56		97,8	2,13	0,08	77,1	22,69	0,25	94,8	5,24	
19	Baja	2	83,82	16,18		75,2	24,09	0,68	58,7	36,09	5,2	69,8	30,1	0,11
20	Baja	2	91,92	8,08		79,4	19,51	1,14	59,8	36,82	3,43	69,2	30,8	
21	Baja	0	90	10		85,9	14	0,13	76,7	23,2	0,13	55,2	44,8	
22	Baja	1	85,14	14,85		78,8	20,87	0,38	61	37,64	1,41	64,5	35,2	0,25
23	Alta	1	99,11	0,88		99,4	0,59		69,6	30,37		89,2	10,8	
24	Media	0	92,58	7,42		89,9	10,11		66,1	32,81	1,12	76	24	
25	Baja	1	99,01	0,99		95,6	4,23	0,14	84,5	15,23	0,28	83,1	16,9	
26	Baja	2	99,41	0,59		92	7,84	0,15	79,3	19,67	1,04	73,4	26,6	
27	Baja	1	93,55	6,45		79,5	20,21	0,26	72,1	26,91	0,95	55,5	44,5	
28	Alta	3	83,23	16,77		89,1	10,86		62,5	37,43	0,12	75	25	
29	Alta	1	95,48	4,52		97	3,05		70,2	29,83		82,2	17,9	
30	Baja	6	97,02	2,98		93,9	6,13		28,08	71,91		28,1	71,9	
31	Baja	0	91,49	8,51		81,7	17,85	0,42	54,9	33,75	1,39	70,7	29,3	
32	Media	1	94,42	5,58		93,3	6,53	0,21	77,6	22,13	0,32	87,1	12,9	

Elaboración propia

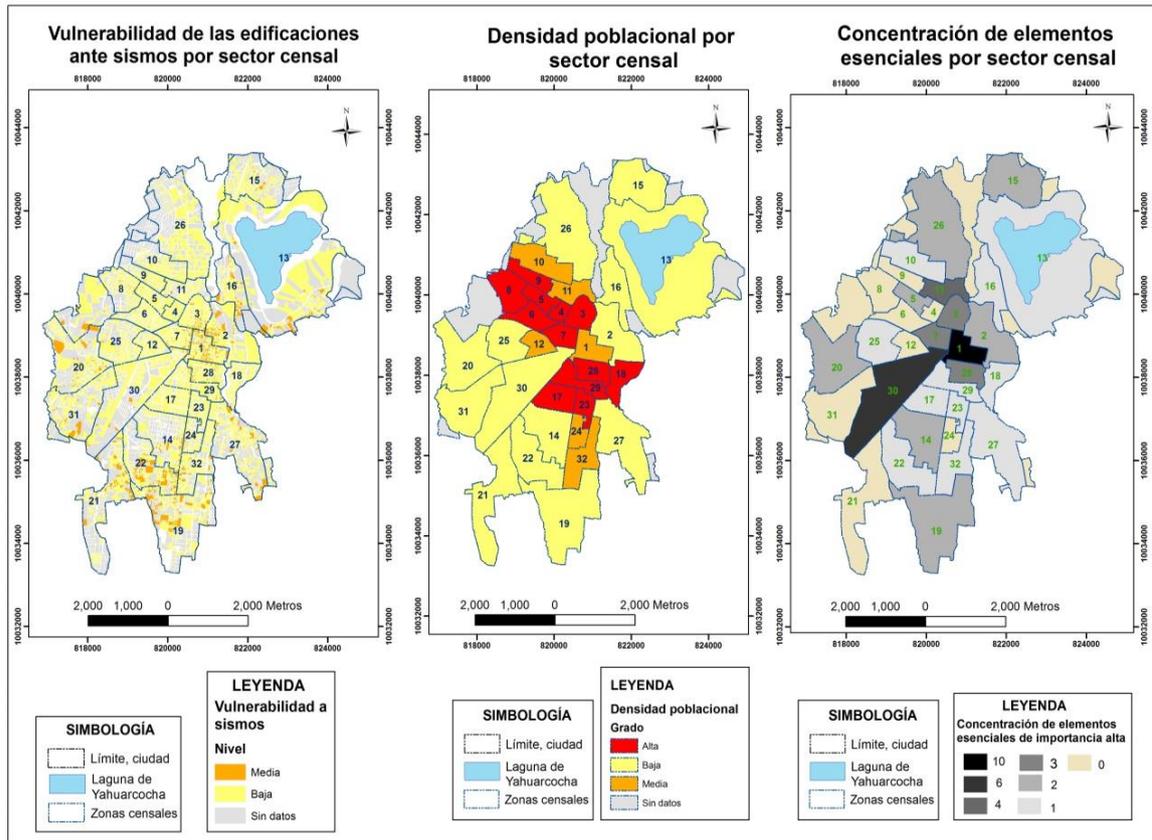
De la Tabla 4.1 y del Cuadro 4.6 se pueden obtener importantes conclusiones preliminares del comportamiento de los sectores censales dentro de la ciudad. Por ejemplo, se denota que los sectores censales 1, 30 y 11 donde constan barrios como: San Agustín, La Merced, El Ejido, La Floresta, Pilanquí, El Camal y El Obrero, son los más importantes porque concentran 10, 6 y 4 elementos esenciales respectivamente, y en efecto aquí se concentran elementos esenciales altamente importantes como: Municipio, Gobernación, Supermaxi, Terminal Terrestre, Centro de Salud, Subestación eléctrica “San Agustín”, mercado “Mayorista”, Subestación “Ajaví” o Radio Base “La Loma”. Sin embargo, cada sector presenta características diferentes, por lo tanto presentan diferentes vulnerabilidades, así el sector censal número 1 presenta la mayor concentración de edificaciones con vulnerabilidad media a sismos en toda la ciudad (38,48%), en cambio, el sector 30 presenta la mayor concentración de edificaciones con vulnerabilidad media a inundaciones en toda la ciudad (71,9%) y el sector censal 11 presenta gran concentración de edificaciones, en más de un 90%, con vulnerabilidad baja a sismos.

Además, cabe recalcar la necesidad de observar la relación entre vulnerabilidad físico estructural, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales de una forma espacial. Este estudio comparativo se realizó a nivel de las cuatro amenazas: sísmica, volcánicas, inundaciones y deslizamientos.

#### **4.5.1. DELIMITACIÓN DE LOS SECTORES MÁS VULNERABLES DE LA CIUDAD ANTE SISMOS**

No cabe duda, que las edificaciones de la ciudad en su mayoría presentan vulnerabilidad baja a sismos, pero, por ejemplo existen sectores con densidad poblacional alta, que no concentran ningún elemento esencial, a la vez muy resistentes por poseer más de 90% edificaciones con vulnerabilidad baja; este es el caso de los sectores: 4, 8, 9 y 12 determinados después de comparar información de la Tabla 4.1 y Figura 4.27 (figura en la cual se representa espacialmente la relación entre vulnerabilidad físico estructural, densidad poblacional y elementos esenciales). En estos sectores constarían barrios como: San Miguel y Simón Bolívar en el primero, Alpachaca y Las Palmas en el segundo, Azaya y Mirador de Azaya en el tercero, El Empedrado y Nuevo Hogar en el último. Además, es

importante mencionar que frente a esta amenaza todos los sectores presentan concentraciones de edificaciones con vulnerabilidad baja en más de 60% y por las razones mencionadas en el subcapítulo anterior, no existen edificaciones que al momento presenten vulnerabilidades altas a esta amenaza.



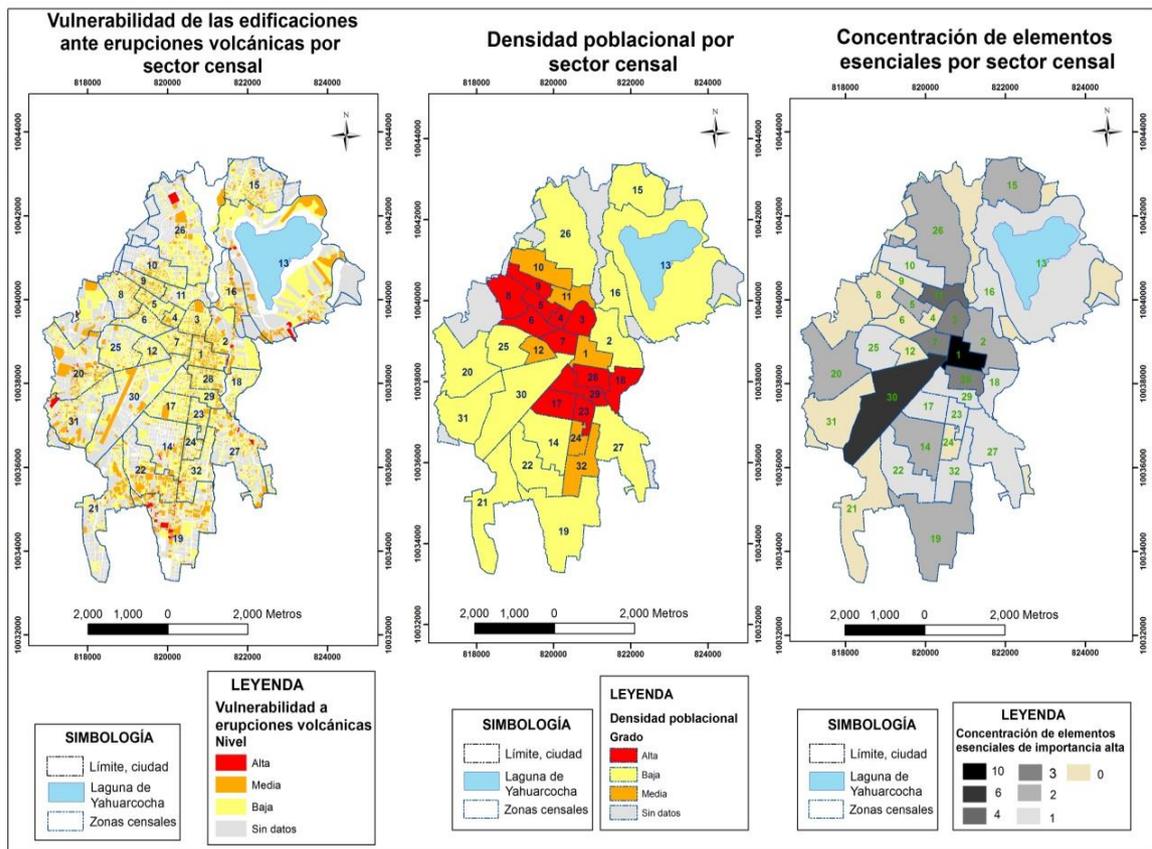
**Figura 4.27.** Relación entre la vulnerabilidad físico estructural ante sismos, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales por sector censal  
Elaboración propia

#### 4.5.2. DELIMITACIÓN DE SECTORES MÁS VULNERABLES ANTE ERUPCIONES VOLCÁNICAS

En contraste, la amenaza a la que más se presentan vulnerables los sectores censales de la ciudad es a la volcánica, al existir 26 sectores con concentraciones de edificaciones con vulnerabilidad alta a esta amenaza (ver tabla 4.1 y figura 4.28) y en efecto, frente a esta amenaza se produce la mayor concentración de edificaciones de alta vulnerabilidad (de todas las amenazas), tal es el caso de los sectores 13 y 19 que comprende barrios como

Priorato y Yahuarcocha en el primero, Caranqui, San Luis o Guayaquil de Piedras en el segundo; los cuales presentan 4,82% y 5,2% edificaciones altamente vulnerables respectivamente (ver fotografías de edificaciones que serían altamente vulnerables en Yahuarcocha en el Anexo F).

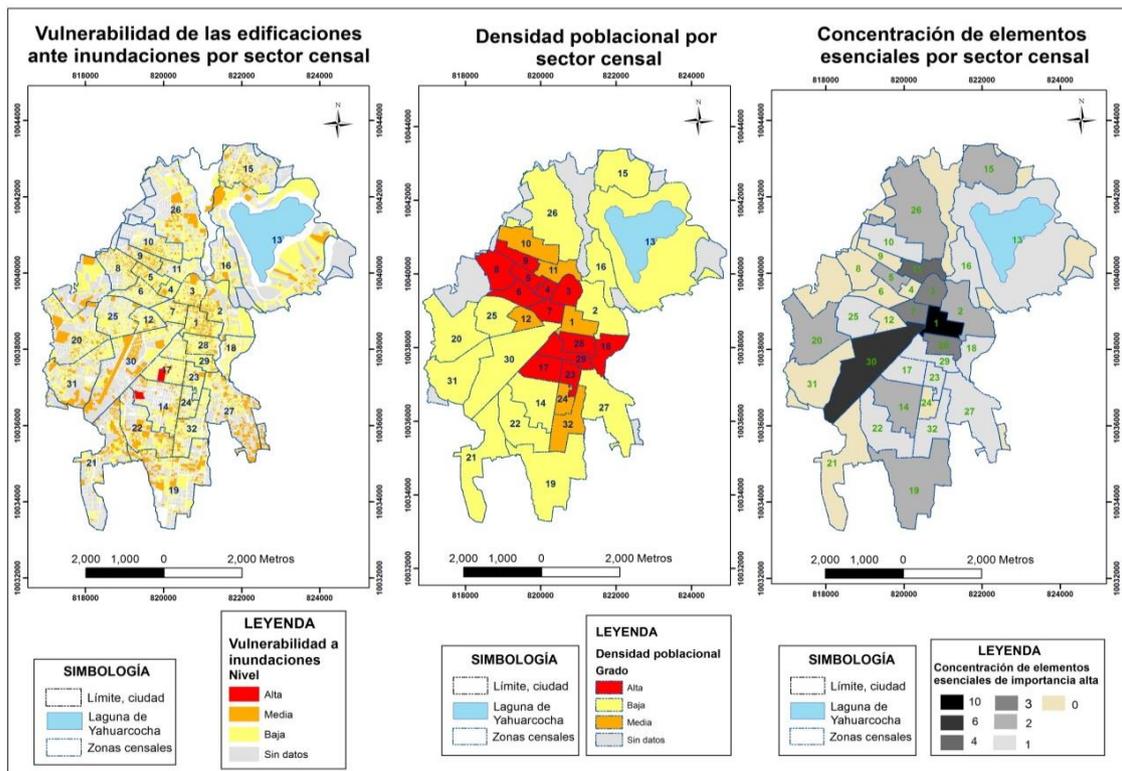
No obstante, también existen barrios como: Cooperativa Flota Imbabura. El Empedrado, Almeida Galárraga, distribuidos en los sectores censales 12 y 25 respectivamente, donde aproximadamente el 80% de sus edificaciones presentan vulnerabilidad baja convirtiendo a estas zonas en seguras frente a esta amenaza.



**Figura 4.28.** Relación entre la vulnerabilidad físico estructural ante erupciones volcánicas, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales por sector censal  
Elaboración propia

### 4.5.3. DELIMITACIÓN DE LOS SECTORES MÁS VULNERABLES DE LA CIUDAD ANTE INUNDACIONES

En la Figura 4.29 se observa la relación entre la vulnerabilidad físico estructural ante inundaciones, la densidad poblacional y la concentración de elementos esenciales por sector censal. Y por ende, después de comparar con la Tabla 4.1 se concluye que 31 de los 32 sectores censales presentan edificaciones de vulnerabilidad baja a inundaciones y tan solo uno de ellos el 30 donde constan barrios como: Ejido, Pilanquí, Urbanización Ajaví, Selva Alegre o el ex aeropuerto es medianamente vulnerable, debido a que el 71,9% de sus edificaciones son moderadamente vulnerables. Además, esta es la segunda amenaza que concentra edificaciones de alta vulnerabilidad, y esto sucede en los siguientes sectores: 14, 15 y 17 donde constan barrios como: Yacucalle, Priorato y Yuyucocha respectivamente, los cuales son los únicos con edificaciones vulnerablemente altas pero en conjunto no alcanzan el 1% de su sector. Finalmente uno de los sectores menos vulnerable a la amenaza es el 23 (comprende barrios como Teodoro Gómez y Los Ceibos) porque el 89,1 % de sus edificaciones presenta vulnerabilidad baja a la amenaza.



**Figura 4.29.** Relación entre la vulnerabilidad físico estructural ante inundaciones, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales por sector censal

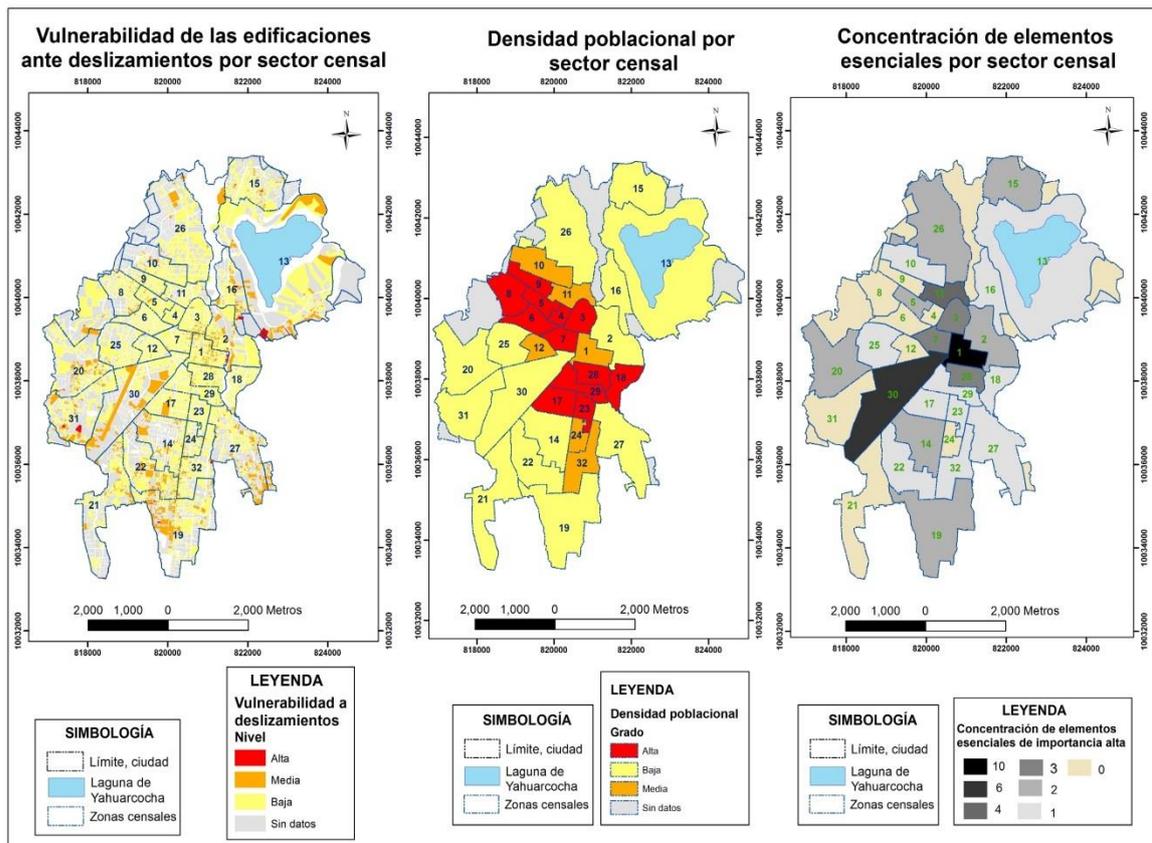
#### 4.5.4. DELIMITACIÓN DE LOS SECTORES MÁS VULNERABLES DE LA CIUDAD ANTE DESLIZAMIENTOS

Después de analizar la Tabla 4.1 se concluyó que existe concentraciones ínfimas de edificaciones con vulnerabilidad alta a deslizamientos, esto porque la mayor parte de la ciudad está asentada en zonas planas. Es así como, en los sectores censales 13 y 16 donde constarían barrios como: El Mirador, Priorato, Yahuarcocha en el primero y El Olivo, La Quinta en el segundo, son los sectores que presentan la mayor concentración de edificaciones con vulnerabilidad alta a la amenaza (1,66 y 2,52 de las edificaciones respectivamente). En la Figura 4.30 se observa un tipo de edificación (perteneciente a estos sectores), con vulnerabilidad alta (También se puede observar más fotografías en el Anexo F).



**Figura 4.30.** Fotografía de una edificación con vulnerabilidad alta a deslizamientos en el barrio de Priorato

Además en la Figura 4.31 se observa territorialmente la comparación espacial entre la vulnerabilidad físico estructural, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales de alta importancia, de esto modo se identificó territorialmente donde se encuentran los sectores más y menos vulnerables a deslizamientos. De hecho, después de haber realizado el análisis paramétrico y porcentual se determinó que los sectores censales: 4, 12 y 23 los cuales comprenden barrios como: Simón Bolívar, Ajaví Grande en el primero; El Empedrado y Nuevo Hogar en el segundo y Teodoro Gómez y Los Ceibos en el tercero; son los sectores menos vulnerables a la amenaza y por ende los más seguros, debido a que casi el 99% de sus edificaciones presentan vulnerabilidad baja.



**Figura 4.31.** Relación entre la vulnerabilidad físico estructural ante deslizamientos, densidad poblacional y concentración de elementos esenciales por sector censal

Elaboración propia



## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- Se calificó la vulnerabilidad de 24.849 edificaciones, lo que equivale el 65,85% de los predios existentes en la ciudad.
- Se determinó que existe una gran concentración de edificaciones con vulnerabilidad baja hacia las cuatro amenazas estudiadas; en un 91,8% a sismos, en un 88,08% a deslizamientos en un 70,39% a inundaciones y en 69% a erupciones volcánicas.
- Las edificaciones con vulnerabilidad baja presentan generalmente las siguientes características: ubicación en suelos de régimen seco y en zonas topográficamente planas; estructuras aporticadas, paredes de bloque o ladrillo, número de pisos menores a dos; cubiertas ya sea de hormigón armado o vigas de madera y zinc.
- La vulnerabilidad media de las edificaciones en la ciudad es de la siguiente manera: 11,59% presenta vulnerabilidad media a deslizamientos, un 8,2% presenta vulnerabilidad media a sismos, un 29,57% a inundaciones y un 30% a erupciones volcánicas.
- En la ciudad, las edificaciones presentan vulnerabilidad media debido a que existe principalmente una combinación de las siguientes variables estructurales: suelos de régimen seco, tipo de topografía: plana; tipo de cubiertas: vigas de madera y teja, vigas

de madera y zinc; tipo de paredes: bloque, adobe, tapial y sistemas estructurales de tipo: pared portante y mixto.

- La vulnerabilidad alta de las edificaciones frente a las amenazas tiene una concentración ínfima dentro de la ciudad, debido a que menos del 1% presenta vulnerabilidad alta a deslizamientos y a inundaciones, y únicamente el 1% a erupciones volcánicas.
- Las edificaciones de Ibarra con vulnerabilidad alta presentan generalmente las siguientes características: sistemas estructurales tipo madera; tipo de paredes: adobe, piedra, bahareque; estado de conservación malo; forma de construcción irregular y cubiertas del tipo: madera y teja.
- El análisis paramétrico no determinó edificaciones con vulnerabilidad sísmica alta, por la razón de que la ciudad no presenta edificaciones con sistemas estructurales, tipos de pared, y tipos de entresijos de caña o madera y que la forma de construcción sea irregular.
- En la ciudad de Ibarra aproximadamente el 55% de la superficie presenta una accesibilidad de tipo: muy buena y buena, concentrada en el centro de la ciudad y áreas contiguas.
- La forma de la accesibilidad en la ciudad y la distribución de los elementos esenciales denota que existe un desarrollo monocéntrico de tipo radial, con una fuerte tendencia a la formación de una nueva centralidad en el sector comprendido entre el centro comercial Super Akí y el parque Céntrica Boulevard.
- Para la ciudad de Ibarra se identificó 97 elementos esenciales, de los cuales 26 presentan una importancia alta en tiempo normal y 51 presentan importancia alta en tiempo de crisis.
- Existen más elementos en tiempo de crisis porque en una situación de emergencia más elementos serán de vital importancia para enfrentarla, por ejemplo, los elementos de recreación se vuelven importantes por ser potenciales lugares de refugio para la población.
- Únicamente existe un elemento con vulnerabilidad alta a inundarse, el cual es el parque de la Familia. Además, existen tres elementos con vulnerabilidad alta a erupciones volcánicas, los cuales son: el relleno sanitario, un estadio barrial localizado en el Barrio 15 de Diciembre y un cementerio de tipo parroquial ubicado en Priorato.

- Las amenazas en las que se presenta menor vulnerabilidad de los elementos esenciales son: sísmica y deslizamientos, puesto que 92 de 97 elementos presentan vulnerabilidad baja.
- Los elementos esenciales con vulnerabilidad baja a sismos y deslizamientos se caracterizan porque presentan: sistemas estructurales aporricadas, por estar ubicados en zonas topográficamente planas y muchos por su característica especial (parques, subestaciones, cementerios) de no presentar cubierta.
- Existen 44 elementos esenciales que presentan vulnerabilidad media a erupciones volcánicas y 42 a inundaciones.
- Los elementos que presentan vulnerabilidad media a inundaciones y erupciones volcánicas se caracterizan por estar ubicados sobre suelos de régimen húmedo; pero principalmente por no presentar cubierta como el caso de: parques, estadios, cementerios, subestaciones eléctricas; o a la vez por tener un tipo de cubierta metálica como es el caso de los coliseos.
- El Sector censal 1 (según el INEC), donde se encuentran barrios como: San Agustín, La Merced, Basílica, Don Bosco, El Carmen, San Francisco, San Juan Calle y Tahuando concentra diez elementos esenciales de alta importancia, presenta densidad poblacional media y es vulnerable por su muy alta importancia, al ser centro socio-cultural, económico y administrativo de la ciudad, y albergar aún más población en horas laborales. Por estas condiciones y por ser el sector con mayor concentración de edificaciones con vulnerabilidad media a sismos (38,48%) y el segundo con mayor concentración de edificaciones con vulnerabilidad media a inundaciones (55,14%), debe ser considerado prioritario para la gestión de riesgos.
- El segundo sector censal más importante y por ende vulnerable es el número 30, por concentrar seis elementos esenciales de importancia alta y está comprendido entre los barrios: El Ejido, Urbanización Ajaví, Selva Alegre, Pílanquí, ex Aeropuerto, Floresta. Es el sector con mayor concentración de edificaciones con vulnerabilidad media a inundaciones (71,91%).

- El Sector censal número 11 comprendido entre barrios como: Colinas de Ibarra, El Camal, El Obrero, Galo Larrea, Urbanización 7 de Abril y San Miguel; es el tercero en importancia y estratégicamente vulnerable, porque concentra cuatro elementos esenciales de importancia alta y densidad poblacional media. Sin embargo, las edificaciones en estos sectores presentan vulnerabilidad baja en un 98% a sismos; 93,53% a deslizamientos; 79,55 a erupciones volcánicas y 79,1% a inundaciones.
- El sector más vulnerable a erupciones volcánicas es el 19, en el cual se localizan barrios como: Caranqui, Bellavista, La Pradera, El Retorno, San Luis, Guayaquil de Piedras; condición que se produce porque el 5% de las edificaciones presenta vulnerabilidad alta.
- Los sectores censales 13 y 16 donde constan barrios como: El Mirador, Priorato, Yahuarcocha en el primero y El Olivo, La Quinta en el segundo, son los sectores que presentan la mayor concentración de edificaciones con vulnerabilidad alta a la amenaza de deslizamiento (1,66 y 2,52 de las edificaciones respectivamente).
- Los sectores censales: 3, 7 y 28 donde se encuentran barrios como: Ajaví y Santo Domingo en el primero; Cabezas Borja y Ciudad Blanca en el segundo; Basílica, y Amazonas en el último, son de alta importancia para la ciudad, porque presentan una densidad poblacional alta y al mismo tiempo concentran tres elementos esenciales (de importancia alta). Además, cada sector no presenta vulnerabilidad alta ante alguna amenaza en más de 1%.
- El sector censal número 12, que comprende barrios como: El Empedrado, Almeida Galárraga, El Jardín y Nuevo Hogar, es el menos vulnerable a las cuatro amenazas, debido a que las edificaciones analizadas presentan baja vulnerabilidad, a sismos en un 100%, a deslizamientos en un 98,5%, a erupciones volcánicas en un 84,4% y a inundaciones en un 80,1%. Por consiguiente, los espacios verdes ubicados en este sector pueden ser utilizados como posibles refugios o albergues de tipo temporales.
- Se debería considerar establecer albergues temporales en caso de un desastre sísmico en los sectores censales: 4, 8 y 9 (donde constan barrios como Azaya, Las Palmas, Huertos Familiares); debido a que más del 90% de las edificaciones presenta vulnerabilidad baja a la amenaza anteriormente mencionada.

- Los elementos esenciales de recreación y educación, también pueden ser utilizados como posibles puntos de encuentro o refugios temporales, en el caso de presentarse emergencias por sismos; pero para emergencias por erupciones volcánicas no se recomienda utilizar la Unidad “La Inmaculada” por presentar vulnerabilidad media.
- Adicionalmente, hay que considerar que los resultados provienen del análisis del catastro urbano de la ciudad de Ibarra existente hasta el año 2012 y el presente estudio fue realizado entre los años 2012-2013, motivo por el cual, los resultados pueden haber cambiado, debido a que la vulnerabilidad es dinámica y temporal, es decir, cada resultado puede evolucionar y cambiar con el transcurso del tiempo y más aún en este caso, pues la densidad poblacional y las características de las edificaciones dentro del catastro urbano cambian constantemente, así como también, los elementos esenciales cambian en función de su propio estado de funcionamiento y de las decisiones políticas e institucionales consideradas al respecto. A pesar de ello, al margen de que la vulnerabilidad físico estructural, la densidad poblacional y los elementos esenciales pueden cambiar, los resultados sirven como indicadores de lo que sucede en la ciudad y responden a un comportamiento intrínseco de la misma en los últimos años.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones sugeridas se clasifican en tres tipos:

- a. Acciones que mejoren el conocimiento de la vulnerabilidad físico estructural y sus escenarios de emergencia
- b. Recomendaciones que mejoren las acciones efectivas de reducción de vulnerabilidad vistos desde la prevención.
- c. Recomendaciones que mejoren las acciones de gestión de emergencia a cargo de las instituciones responsables.

**a. Acciones que mejoren el conocimiento de la vulnerabilidad físico estructural y sus posibles escenarios de emergencia.**

A continuación, se enumeran algunas recomendaciones puntuales:

- Se necesita iniciar nuevas investigaciones que consideren otras amenazas, como son: hundimientos, derrumbes e incendios, a fin de disponer de una base integral de las vulnerabilidades físico estructurales de las edificaciones dentro de la ciudad y en el futuro del cantón; con el objetivo de emprender una gestión integral de riesgos.
- Se requiere iniciar nuevos estudios de vulnerabilidad físico estructural y físico funcional de nuevas áreas esenciales, tales como la financiera.
- Se recomienda al Departamento de Avalúos y Catastros del Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra que controle las alteraciones en las estructuras de las edificaciones, pues la colocación arbitraria de elementos no estructurales rígidos puede causar efectos de torsión no previsto en las estructuras.

**b. Acciones efectivas de reducción de vulnerabilidad vistos desde la prevención**

- Utilizar la información de la vulnerabilidad físico estructural como requisito a cualquier proyecto de desarrollo y a través de esto mejorar la visión de gestión de riesgos.
- Realizar un plan para la implementación de refugios y albergues temporales y permanentes, tomando como referencia la información levantada en el presente estudio.
- En el espacio destinado a ser el cementerio de Priorato se recomienda realizar obras de estabilización de taludes alrededor del terreno por ser un elemento ubicado en terrenos con pendiente escarpada y ser vulnerablemente alto a erupciones volcánicas.
- Se recomienda continuar y mejorar las actividades dentro del proyecto “Control de inundaciones en el cantón Ibarra” efectuado por la Secretaría Nacional de Gestión de

Riesgos y el Gobierno Descentralizado de Ibarra, porque muchas actividades aquí efectuadas como: muro de gaviones en la quebrada Ajaví o control de actividades mineras en Caranqui, ayudan a disminuir la vulnerabilidad que presenta el parque “Céntrica Boulevard”

- Desarrollar planes de mantenimiento y restauración de edificaciones patrimoniales porque así se disminuiría la vulnerabilidad, especialmente del centro de Ibarra, casi todo comprendido dentro del Sector censal número 1.
- Remodelar y modernizar o en caso de ser necesario reubicar las infraestructuras de elementos esenciales de mediana vulnerabilidad, pero de importancia alta como: la Gobernación y el Centro de Salud.
- Establecer un plan operativo de prevención consensuado y validado por todos los actores involucrados, donde se encuentran instituciones educativas, como las universidades; de decisión como el Municipio, y de operación como por ejemplo: cuerpo de bomberos.
- Capacitar a los medios de comunicación, actores claves de la información, para mejorar el rol informativo (con fines de prevención).
- Se recomienda reubicar del relleno y establecer escombreras en lugares con baja vulnerabilidad, que para el caso de la ciudad se recomienda sectores aledaños a la parroquia Ambuquí.
- Realizar actividades de capacitación en toda la población ibarreña, a pesar de no ser una ciudad con alta vulnerabilidad, es necesario capacitar a la población en prevención, un ejemplo claro es la realización de simulacros.

### **c. Acciones de gestión de emergencia a cargo de las instituciones responsables**

- Es necesario implementar una Unidad de Gestión de Riesgos que colabore técnicamente con la realización de estudios, apoye la toma de decisiones en el

Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra y coordine actividades con otros organismos operativos como: Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Cruz Roja, Bomberos y Policía Nacional en la elaboración de planes de emergencias.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adger, N. (1999). *Social Vulnerability to Climate Change and Extremes*. Great Britain: Elsevier Science Ltd.
- Aldeán, E., & Hidalgo, G. (2012). Aplicación y sistematización de la propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidades de la parroquia urbana Puerto Francisco de Orellana, cantón Sn Francisco de Orellana, mediante el uso de herramientas de SIG. *Tesis de pregrado para la obtención de la Ingeniería en Geografía*. Sangolquí, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Ejército.
- Alvarado , A., Yepes, H., Segovia, M., Ruiz, M., & Egred, J. (2004). *El sismo de Santa Rosa del Tejar (5.4 mb) provincia de Imbabura el 12 de octubre de 2000*. Retrieved Enero 20, 2013, from CIDBINEMA: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Septiembre2007/CD3/pdf/spa/doc15669/doc15669-contenido.pdf>
- Aragón-Durand, F. (2007). *Urbanisation and flood vulnerability in the peri-urban interface of Mexico City*. Mexico: Disaster.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner , B. (1994). *At Risk. Natural Hazards, People's Vulnerability and Disaster*. London UK: Routeledge.
- Caballero, H., Rendón, A., & Vargas, R. D. (1998). Sistematización del proceso de evaluación de la amenaza por movimientos en masa, en zonas de ladera del Municipio de Medellín. *Tesis de maestría*. Medellín, Colombia.
- Cardona, O. (2002). Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos.
- Constitución Nacional de la República del Ecuador del 2008.
- D'Ercole, R., & Metzger, P. (2002). *Los lugares esenciales del distrito metropolitano de Quito*. Quito-Ecuador: Colección:Quito Metropolitano.
- Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. (2012). Análisis de Vulnerabilidades del cantón Latacunga-Ecuador.
- Estacio, J. (2005). *Plan Estratégico para la Reducción del Riesgo en el territorio ecuatoriano*. Quito-Ecuador: PREANDINO.
- Galochet, M. (2009). El medio ambiente en el pensamiento geográfico francés: Fundamentos epistemológicos y posiciones. *Cuadernos Geográficos*, 8-27.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra-Departamento de Planificación. (2013, 03 30). com. personal. Ibarra.

- Hewit, K. (1997). *Regions of Risk. A geographical introduction to disaster*. London UK: Longman Editors.
- Ilustre Municipio de San Miguel de Ibarra. (2009). *Portal de Gobierno del Ilustre Municipio de San Miguel de Ibarra*. Retrieved Julio 18, 2013, from Portal de Gobierno del Ilustre Municipio de San Miguel de Ibarra: [www.ibarra.gob.ec/web/](http://www.ibarra.gob.ec/web/)
- Ley de Seguridad Pública y del Estado. (2009).
- Maskrey, A. (1993). Los Desastres no son Naturales. *LA RED*, 15-19.
- Mena, A. (2008). Las nuevas centralidades urbanas del Distrito Metropolitano de Quito. *Cepei*.
- Metzger, P., & D'Ercole, R. (2004). *La vulnerabilidad del distrito metropolitano de Quito*. Quito-Ecuador: Ekseption.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda-Cámara de la Construcción de Quito. (2011). Capítulo II. Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente. In *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Quito-Ecuador.
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte de España. (1986). *Riesgos derivados de los procesos naturales*. Madrid-España.
- Noriega, S. (2010). *Ordenamiento Territorial*. Retrieved 04 17, 2013, from Ordenamiento Territorial:  
<http://www.uniovi.es/cecodet/formacion/OrdenacionTerritorio/docum/doc0809/tema1.pdf>
- PDOT. (2012). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Ibarra:2012-2031. Ibarra-Ecuador.
- Plan Nacional de Desarrollo para el Buen Vivir 2013-2017.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos . (2012). *Propuestas metodológica para el análisis de la vulnerabilidad a nivel municipal*. Quito-Ecuador: AH/Editorial.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (2012). *Guía de Implementación. Análisis de la Vulnerabilidad a Nivel Municipal*. Quito-Ecuador: AH/Editorial.
- Ramírez, R. (2006, Octubre). La evaluación del peligro por fenómenos de remoción en masa y su aplicación territorial: Ejemplo Tungurahua". *Tesis de Pregrado para la obtención de la Ingeniería en Geología*. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española, 6ta. Edición*. Retrieved 09 2013, from RAE: [www.rae.es](http://www.rae.es)
- Romero, T., Orozco, E., Carreto, F., Mireles, P., Espinoza, L., et al. (2000). *Espacio Geográfico*. México: Instituto Literario.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (2012). *Manual del Comité de Riesgos*. Guayaquil: SNGR.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (2013). -com.personal. Quito.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte. (2013). *Análisis de vulnerabilidad del Cantón Ibarra. Perfil Territorial*. Quito.
- Secretaría Nacional de Planificación. (2012). Nixón Narvárez-com. personal. Quito.
- VII Censo de Población y VI de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística. (2010). obtenido a través del software RED-DATAN.
- Westage, K., & O'Keefe, P. (1976). *Some Definitions of Disaster*. UK: University of Bradford.
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. *Los Desastres no son naturales*, 14-18. La Red.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2003). *At Risk. Natural Hazards, People's Vulnerability and Disaster*. London UK: Routledge.
- Yépez, F. (1995). *Fundamentos sobre vulnerabilidad y daño sísmico*. Lima-Perú: Cámara Peruana de la Construcción.
- Zoido, N. (1998). *Didáctica de las ciencias sociales. Geografía e Historia*. Barcelona-España: Íber.

### **Referencias bibliográficas de periódicos y revistas**

- Diario La Hora. (9 de Noviembre de 2010). Se asesoran para manejar desechos. *La Hora*.



## **ANEXOS**

## **ANEXO A**

### **Metodologías para la Elaboración de los Mapas de Amenazas de: Sismos, Inundaciones, Erupciones Volcánicas y Deslizamientos**

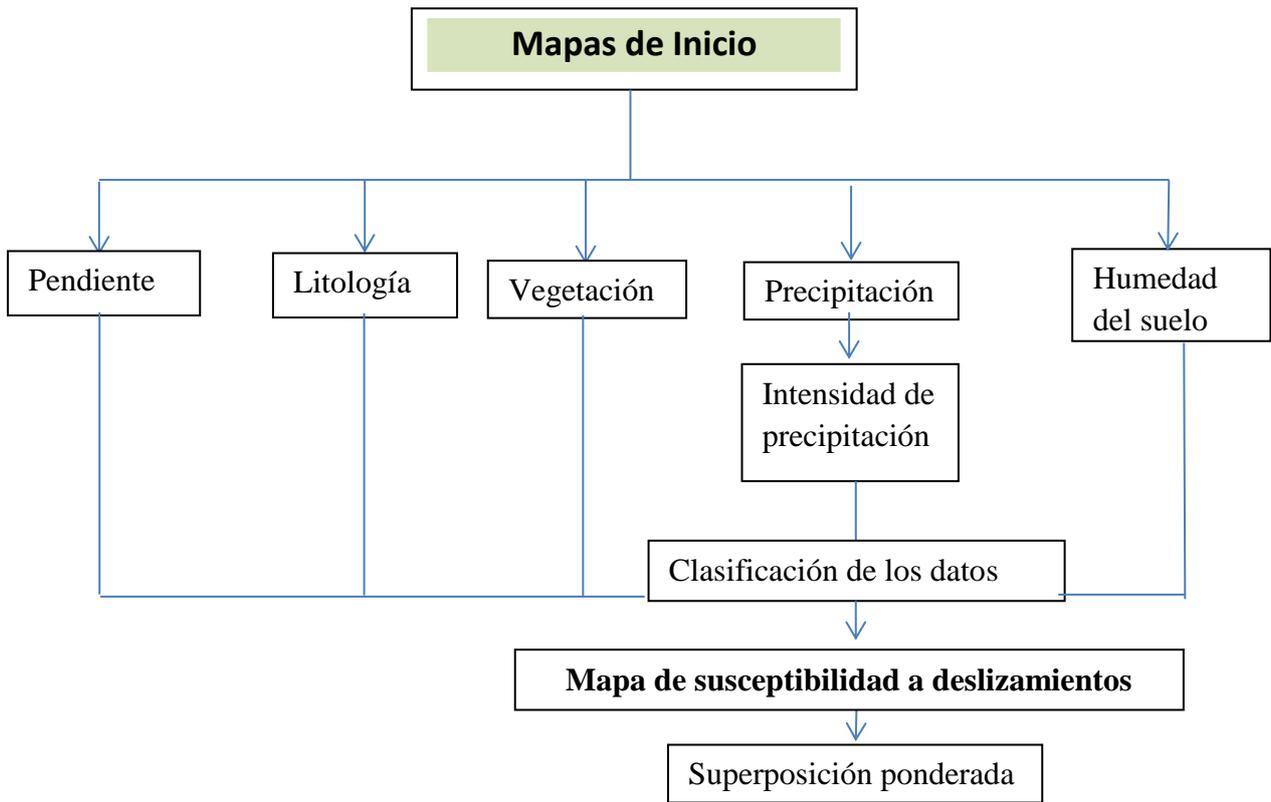
Por la falta de datos e información a nivel nacional a escalas detalladas y como el fin del estudio es determinar la vulnerabilidad se consideró conveniente elaborar los mapas de deslizamiento e inundación (por zonas de anegamiento) a la escala a más detalle hasta el momento, 1:100.000 para deslizamientos y 1:50.000 para inundaciones. A la vez, para el estudio se consideró los mapas de erupción volcánica, sismos e inundación por desbordamiento de ríos, ya elaborados por las instituciones nacionales científicas correspondientes como Instituto Geofísico Militar (IGM) o el Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional (IGEPN), pero a escala 1:250.000. A continuación se detallan los procesos metodológicos para elaborar los mapas de amenazas.

#### **1. Amenaza de Deslizamiento**

Para la determinación de la susceptibilidad a deslizamientos se aplicó y adaptó la metodología planteada por Ramírez (2006) adaptada de la “Metodología Dotor”, con la que se adecuó las variables de estudio planteados, según la realidad local del cantón Ibarra. Para lo cual, se consideró las siguientes variables ponderadas: pendiente (50% de peso ponderado), geología (30% de peso ponderado), precipitación (10% de peso ponderado), humedad del suelo (5% de peso ponderado) y vegetación (5% de peso ponderado). El marco teórico-metodológico para la definición de zonas susceptibles a deslizamientos se fundamenta en la cuantificación de variables que generan vulnerabilidad.

Para la obtención de resultados se siguió un procedimiento (ver esquema 1), donde primero fue necesario obtener mapas de inicio o de factores que representen las variables representadas en las cuales se procedió a reclasificar sus datos con el fin de obtener el mapa final de susceptibilidad a deslizamientos.

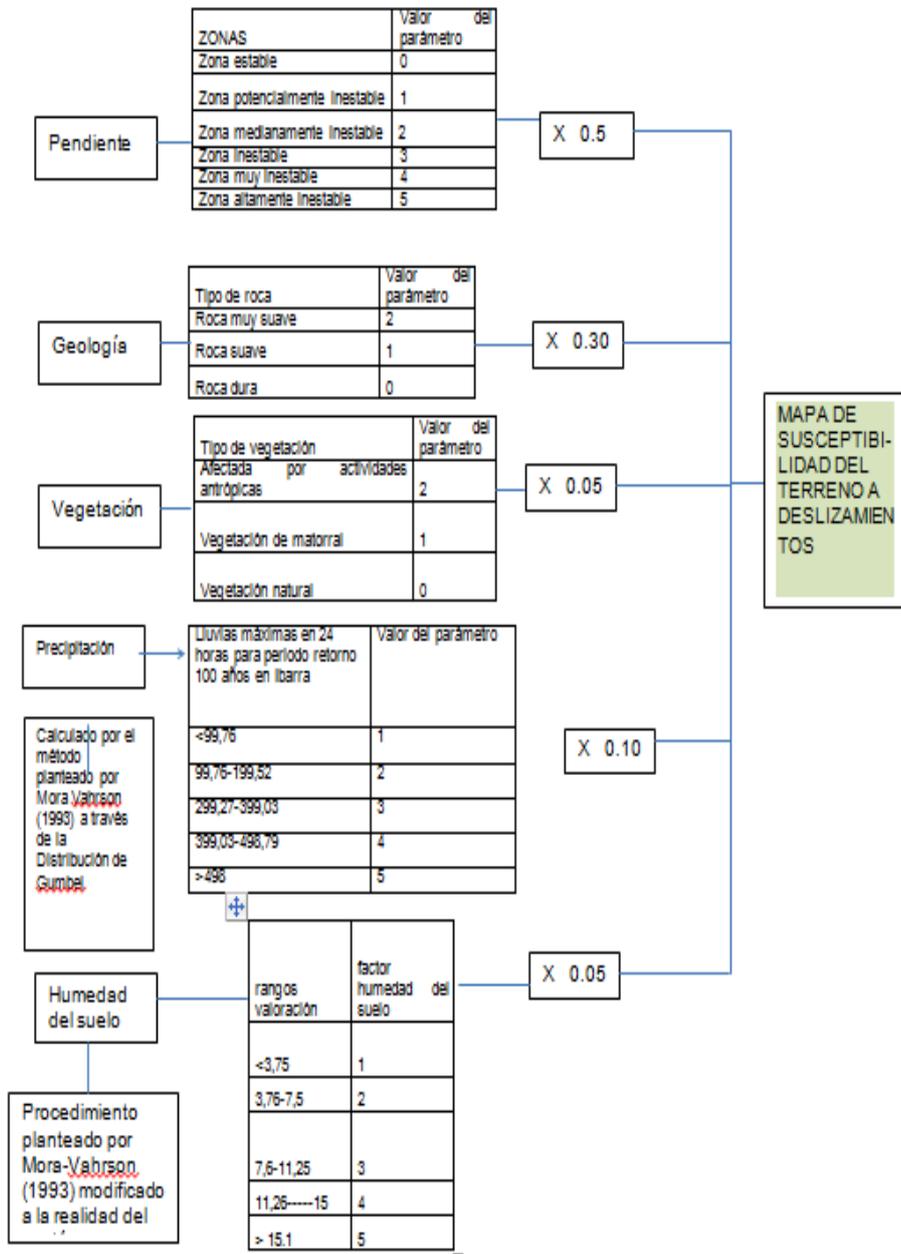
**Esquema 1.** Procedimiento para elaborar el mapa de susceptibilidad a deslizamiento



**Elaboración propia.**

Para realizar la superposición ponderada de las variables en función de su importancia, primero fue necesario clasificar cada variable según sus características particulares y ponderarlas según su grado de susceptibilidad a deslizamientos (ver esquema 2); después, cada una se calificó con las ponderaciones establecidas en la metodología de Ramírez (2006) y posteriormente, la zona de estudio se clasificó en cinco zonas según el grado de susceptibilidad final presentada a deslizamientos.

**Esquema 2.** Procedimiento y ponderación para elaborar el mapa de susceptibilidad a deslizamientos



Elaboración propia.

Finalmente después de realizar la respectiva algebra de mapas se dividió la susceptibilidad del terreno a deslizamiento en cuatro tipos: nula o muy baja, baja, media y alta.

## **2. Amenazas de Inundación**

Las amenazas de inundación para la ciudad de Ibarra se las ha considerado de dos formas: amenaza de inundación por anegamiento y amenaza por desbordamiento de ríos.

### **2.1.Amenaza de Inundación por Anegamiento**

Se realizó el mapa de inundación considerando las características del terreno y se consideró la amenaza de inundación como posibles zonas de anegamiento en el territorio, por lo cual el mapa elaborado, es el mapa de susceptibilidad del terreno a anegamiento. Para realizar este análisis se procedió a realizar la combinación de las siguientes variables, donde cada una presentaba un peso ponderado como se señala a continuación: precipitación (40% del peso ponderado), pendiente (30% del peso ponderado), índice de escorrentía (10% del peso ponderado) y áreas históricas de inundación (20% del peso ponderado). Finalmente, a continuación se detalla cómo se procedió a calificar cada variable de estudio.

#### **a. Precipitación**

La precipitación fue analizada teniendo como base el diagrama Ombrotérmico de la ciudad. Se procedió a graficar las isoyetas de la zona de estudio en base al DTM del Ecuador. Realizado este mapa base se procedió a comparar los datos con el diagrama Ombrotérmico de la estación Ibarra (antes ubicada en el parque céntrica Boulevard). Y se calculó la precipitación en los meses húmedos de la zona de estudio, si existen isoyetas con valores mayores a la precipitación total en los meses húmedos, la tendencia al anegamiento de la zona será mayor.

#### **b. Pendientes**

Se clasificó en seis tipos, donde las zonas planas se las ponderó con la máxima tendencia a inundación y valores con pendiente escarpada se consideró valores nulos a inundación. En el Cuadro 1 se detalla la ponderación.

**Cuadro 1.** Ponderación de zonas inundables según tipo de pendiente

Zonas	Pendiente	Valor del parámetro
Zona estable	0-5%	2
Zona potencialmente inestable	5-12%	1
Zona medianamente inestable	12-25%	0
Zona inestable	25-50%	0
Zona muy inestable	50-70%	0
Zona altamente inestable	>70%	0

Elaboración propia.

### c. Índice de Escorrentía del Suelo

Para el cálculo de este índice se tomó como referencia el coeficiente de escorrentía para áreas rurales y áreas urbanas según Marsh (1991) citado por Ministerio de Obras Públicas y Transporte de España (1986) y se lo adaptó a la realidad local (ver cuadro 2).

**Cuadro 2.** Coeficiente de escorrentía en sectores rurales (Marsh, 1991)

TOPOGRAFÍA Y VEGETACIÓN	Suelos franco arenosos	Suelos franco limosos y franco arcillosos	Suelos arcillosos impermeables
<b>AREAS NATURALES</b>			
Llanas	0,1	0,3	0,4
Onduladas	0,25	0,35	0,5
Quebradas	0,3	0,5	0,6
<b>AREAS CON PASTOS</b>			
Llanas	0,1	0,3	0,4
Onduladas	0,16	0,36	0,55
Quebradas	0,22	0,42	0,6
<b>AREAS CULTIVADAS</b>			
Llanas	0,3	0,5	0,6
Onduladas	0,4	0,6	0,7
Quebradas	0,52	0,72	0,82

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas y Transporte de España, 1986)

Pero, según Marsh (1991), citado por Ministerio de Obras Públicas de España (1996) para las áreas netamente urbanas el coeficiente de escorrentía es 0,75; para parques y cementerios es 0,25; áreas deportivas es 0,4 y 0,77 para áreas erosionadas.

De hecho, esta calificación, estipula que el coeficiente de escorrentía varía entre 0 y 1, expresando la proporción del agua caída que escurre por la superficie. Así por ejemplo, un coeficiente de 0,6 significa que el 40% de la precipitación se infiltra en el terreno. Por lo tanto siguiendo estos lineamientos la capacidad de infiltración varía según su respectivo coeficiente, así por lo tanto, una gran capacidad de infiltración presenta índices entre 0,1 y 0,33; una media capacidad de infiltración presenta un índice entre 0,34 y 0,77; y una baja capacidad de infiltración presenta un índice mayor a 0,77.

#### **d. Posible Área de Inundación**

Las posibles áreas de inundación son áreas que históricamente se han inundado en la ciudad de Ibarra y se tomó como referencia su ubicación ya sea dentro de las llanuras de inundación o muy próximas a las llanuras de inundación. Para lo cual, se recabó información histórica, se realizó visitas de campo y se verificó la información con fotos de la ciudad.

Finalmente después de realizar la respectiva algebra de mapas se dividió la susceptibilidad del terreno a inundación en cinco zonas: a) susceptibilidad nula; b) susceptibilidad baja; c) susceptibilidad media; d) susceptibilidad alta; e) zonas inundables permanentemente.

## **2.2. Amenaza de Inundación por Desbordamiento de Ríos**

Para el análisis de este tipo de amenaza se ha considerado la única información disponible, la cual es la amenaza por desbordamiento de ríos a escala 1: 50.000 realizado por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

### **3. Amenazas Volcánicas**

Para el análisis de la posible amenaza volcánica en el cantón se ha considerado el volcán más próximo en ubicación a la ciudad, el cual es el volcán Imbabura. Los mapas de amenaza de flujo de piroclastos y de caída de ceniza elaborados por el Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional (IG-EPN), se los ha tomado para los análisis de vulnerabilidad en el presente estudio.

### **4. Amenazas Sísmicas**

El mapa utilizado en el presente estudio fue el mapa de peligro sísmico elaborado por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional a una escala 1:250.000 dentro del estudio realizado por Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Construcción de Quito (2011) denominado “Noma Ecuatoriana de la Construcción”

## ANEXO B

### Matriz de Calificación de los Elementos Esenciales en Tiempo Normal

Área	Nombre del elemento	Situación normal - Características	Criterios de Importancia			Importancia en tiempo normal
Abastecimiento de Alimentos	Supermercados.	Supermercados importantes por su superficie de venta y por la cantidad de productos expendidos. Son: Gran AKÍ, AKÍ, TÍA y Comisariato Municipal.	Genera baja dependencia	Cobertura baja	Funcionalidad media	Media
	Supermaxi	Supermercado popular en la ciudad porque a la vez está ubicado en el único centro comercial de la ciudad.	Genera baja dependencia	Cobertura media	Funcionalidad media	Media
	Empresa Municipal de Rastro	Empresa municipal necesaria para el faenamiento de ganado vacuno, porcino, ovino, caprino y su posterior distribución a los mercados mayoristas y minoristas.	Genera mediana dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Mercado "Amazonas"	Infraestructura dedicada a actividades comerciales, con gran capacidad al poseer aproximadamente 2045 puestos.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Mercado "Santo Domingo"	Infraestructura dedicada a actividades comerciales. Posee aproximadamente 200 puestos.	Genera baja dependencia	Cobertura baja	Funcionalidad media	Baja
	Mercado "Mayorista"	Infraestructura dedicada a actividades comerciales, con capacidad media al poseer aproximadamente 518 puestos.	Genera mediana dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media

	Principal feria libre ubicado en el Terminal terrestre	Espacio abierto solo los fines de semana, el cual está ubicado en el terminal terrestre y es utilizada para la venta y compra de alimentos.	Genera baja dependencia	Cobertura baja	Funcionalidad baja	Baja
Abastecimiento de Combustibles	Gasolinera "Primax"	Ubicada en la vía principal cerca de un punto de entrada/salida de la ciudad.	Genera baja dependencia	Cobertura baja	Funcionalidad media	Baja
	Gasolinera "28 de septiembre"	Ubicada cerca de un punto de salida del cantón y de la ciudad.	Genera baja dependencia	Cobertura baja	Funcionalidad media	Baja
	Gasolinera "El Olivo"	Ubicada sobre la vía principal, cerca de un punto de salida de la ciudad.	Genera mediana dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Gasolinera "Petrocomercial" ubicada frente al Terminal terrestre	Ubicada en frente el terminal terrestre y abastece de combustible a buses de las principales compañías de transporte, cantonal, inter-cantonal e inter-provincial.	Genera mediana dependencia	Cobertura media	Funcionalidad media	Media
	Gasolinera de Petróleos y Servicios ubicada en La Florida	Ubicada en la vía principal cerca de un punto de entrada/salida de la ciudad.	Genera mediana dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Envasadora de gas	Ubicada en la parroquia urbana de Priorato, cerca de la vía principal. Es una infraestructura que abastece de GLP a otras envasadoras y a los comerciantes mayoristas.	Genera alta dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
Administración	Gobernación	Representante del Ejecutivo en la provincia.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	GPI	Institución encargada de la toma de decisiones a nivel de la provincia.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Municipio	Entidad administrativa responsable de la jurisdicción sobre el cantón.	Genera mediana dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta

	Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos	Planifica estrategias para garantizar la protección de la colectividad de los efectos negativos de desastres de origen natural o antrópico a nivel provincial.	Concentración baja	Cobertura alta	Funcionalidad media	Media
Asilos	Asilo León Ruales	Alberga aproximadamente 45 adultos mayores	Concentración baja	Cobertura media	Funcionalidad media	Baja
	Asilo Lucila Maya	Alberga a más de 20 adultos mayores.	Concentración baja	Cobertura media	Funcionalidad media	Baja
	Asilo San José	Alberga a más de 50 adultos mayores.	Concentración baja	Cobertura media	Funcionalidad media	Baja
Cementerios	Cementerio de San Francisco	Cementerio tradicional, patrimonial, con gran densidad de tumbas y con espacio disponible.	Concentración alta	Cobertura media	Funcionalidad media	Media
	Cementerio de Caranqui	Cementerio tradicional, patrimonial, con gran densidad de tumbas y con gran espacio disponible.	Concentración media	Cobertura baja	Funcionalidad media	Media
	Cementerio de Jardín de Paz	Cementerio tradicional, patrimonial, con gran densidad de tumbas y con gran espacio disponible.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Cementerio "San Miguel".	Cementerio tradicional, patrimonial, con gran densidad de tumbas y con gran espacio disponible.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Cementerios parroquiales (ubicados en Alpachaca y Priorato)	Lugares para enterrar a los muertos ubicados en diferentes parroquias urbanas.	Concentración baja	Cobertura baja	Funcionalidad media	Baja
Comunicaciones	Centrales de comunicaciones: Azaya, Caranqui, Milagro, la Victoria, Priorato, Yahuarcocha y la Radio base "La Loma"	Existen siete centrales necesarias para la interconexión de telefonía fija, beneficiando a todas las familias de la ciudad de Ibarra.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta

	Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT)	Institución estatal que regula y administra el sistema de telecomunicaciones del cantón.	Genera alta dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Grupo Corporativo del Norte	Medio de comunicación privado que circula información a través de los medios: escrito, radio y televisión	Genera baja dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Media
Educación	Instituto tecnológico superior "17 de Julio"	Institución educativa con 1156 alumnos y 68 docentes. Posee un gran espacio físico, un gran número de aulas y un estadio.	Concentración alta	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Colegio particular "Sagrado Corazón de Jesús"	Unidad educativa, donde estudian 1125 alumnos y laboran 70 docentes. En la escuela existen canchas deportivas.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad media	Alta
	Unidad educativa "La Salle"	Unidad educativa, donde estudian 1125 alumnos y laboran 51 docentes. En la institución existen canchas deportivas.	Concentración alta	Cobertura media	Funcionalidad media	Media
	Colegio Fiscomisional San Francisco	Colegio fisco misional, donde estudian 551 alumnos y laboran 39 docentes. Posee infraestructuras importantes como un coliseo y un estadio.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Colegio particular Sánchez y Cifuentes	Colegio particular, donde estudian 575 alumnos y laboran 37 docentes. Posee infraestructuras importantes como un coliseo y un estadio.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Unidad educativa particular "La Inmaculada"	Unidad educativa, donde estudian 984 alumnos y laboran 48 docentes.	Concentración alta	Cobertura media	Funcionalidad baja	Media
	Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre	Institución educativa con 2719 alumnos y 123 docentes. Posee un gran espacio físico, un gran número de aulas, un estadio y un coliseo.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta

	Colegio Nacional "Ibarra"	Institución educativa con 2852 alumnos y 132 docentes. Posee un gran espacio físico, un gran número de aulas, un estadio y un coliseo.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Colegio Víctor Manuel Guzmán	Institución de educación secundaria, donde estudian 1343 alumnos y trabajan 62 docentes. No posee un gran número de aulas pero si infraestructuras como coliseo y estadio.	Concentración alta	Cobertura baja	Funcionalidad alta	Media
	Universidad Técnica del Norte	Institución superior que cuenta con 5 facultades y 32 carreras universitarias, donde estudian aproximadamente 7762 alumnos.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Pontificia Universidad católica del Ecuador, sede Ibarra	Institución superior particular del cantón Ibarra. Posee infraestructuras importantes como: coliseo, estadio y espacios verdes	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
Salud	Hospital San Vicente de Paúl	Hospital de carácter regional donde se atiende a pacientes de las provincias de Imbabura, Carchi, Esmeraldas y norte de Pichincha. Consta de 17 áreas médicas con 15 especialidades, 26 consultorios y 166 camas.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Hospital del IESS	Hospital de carácter regional donde se atiende a pacientes de las provincias de Imbabura, Carchi, Esmeraldas, norte de Pichincha, Sucumbíos, Orellana. Diariamente se atienden 1200 pacientes. Presenta 8 áreas médicas y 22 especialidades.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Centro de salud	A diario atiende a alrededor de 300 personas.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad media	Media

	Subcentro de salud Priorato	Subcentro de salud donde atienden alrededor de 100 pacientes diarios.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Subcentro de salud Caranqui	Subcentro de salud donde atienden alrededor de 100 pacientes diarios.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
Recreación	Coliseo Caranqui	Infraestructura donde se desarrollan eventos deportivos locales. Posee una capacidad aproximada de 2500 personas.	Concentración baja	Cobertura baja	Funcionalidad media	Baja
	Coliseo "Luis Leoro Franco"	Infraestructura donde se desarrollan eventos deportivos locales, provinciales e internacionales. Posee una capacidad de 50000 personas.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Coliseo UNE	Infraestructura donde se desarrollan eventos deportivos locales. Posee una capacidad aproximada de 2500 personas.	Concentración baja	Cobertura baja	Funcionalidad media	Baja
	Estadio Olímpico	Infraestructura donde se realizan eventos deportivos del cantón y la provincia. Pocas ocasiones se lo utiliza para eventos artísticos. Tiene una capacidad de 18600 espectadores.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Estadio universitario	Infraestructura destinada a desarrollar eventos deportivos y cuenta con un área física de siete hectáreas y una capacidad para alojar a 12 mil personas.	Concentración baja	Cobertura baja	Funcionalidad media	Baja
	Estadios barriales (12 estadios)	Infraestructuras de recreación donde se desarrollan las ligas barriales dentro de la ciudad.	Concentración baja	Cobertura baja	Funcionalidad baja	Baja
	Parque Céntrica Boulevar	Espacio abierto de gran superficie. Lugar de recreación y espacio donde se construirá el ECU911.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta

	Parque "La Familia"	Espacio dedicado a la recreación, el cual concentra muchas personas los fines de semana.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad media	Media
	Parque "Pedro Moncayo"	Parque considerado central, lugar de encuentro de personas.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad media	Media
	Plaza de toros	Lugar donde se realizan los eventos taurinos de la ciudad. Tiene una capacidad de aforo de 3500 localidades	Concentración baja	Cobertura baja	Funcionalidad baja	Baja
Seguridad y organismos de socorro	Cruz Roja	Organismo de apoyo para la atención de emergencias. Mejora los servicios de salud en la comunidad como donación de sangre, servicio de ambulancias y capacitación de la población para el afronte de desastres naturales.	Concentración baja	Cobertura alta	Funcionalidad media	Media
	Estación Bomberos	Institución encargada de socorrer a la población ibarreña en situaciones de emergencia.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Media
	Cuartel militar "Yaguachi"	Comando provincial del ejército.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Media
	Comando de la Policía Nacional	Institución encargada de mantener el orden en la provincia, coordinada por la Gobernación. Dentro de su infraestructura funciona la Central 911.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
Patrimonial	Iglesia. Nuestro Señor del Amor	Edificio patrimonial, muy concurrido por los fieles católicos los fines de semana	Concentración baja	Cobertura baja	Funcionalidad media	Media
	Iglesia Alpachaca	Edificio, concurrido por los fieles de la parroquia de Alpachaca	Concentración media	Cobertura baja	Funcionalidad baja	Baja
	Iglesia Catedral	Edificio patrimonial y lugar donde labora el obispo del cantón.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad media	Media

	Iglesia La Merced	Edificio patrimonial, muy concurrido por los fieles católicos los fines de semana	Concentración media	Cobertura baja	Funcionalidad baja	Baja
	Iglesia La Dolorosa	Edificio patrimonial, muy concurrido por los fieles católicos los fines de semana	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad media	Media
	Iglesia Santo Domingo	Edificio patrimonial, muy concurrido por los fieles católicos los fines de semana	Concentración media	Cobertura baja	Funcionalidad baja	Baja
	Edificio del ex cuartel militar	Edificio patrimonial de la ciudad de Ibarra	Concentración media	Cobertura baja	Funcionalidad baja	Baja
Abastecimiento de Agua Potable	Planta de tratamiento y potabilización "Azaya"	El agua potabilizada en esta planta se distribuye a la parroquia de Alpachaca	Genera mediana dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Planta de tratamiento y potabilización Caranqui.	El agua potabilizada en esta planta se distribuye a las parroquias urbanas de San Francisco, El Sagrario, Caranqui y Alpachaca	Genera mediana dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Sistema de Bombeo "Yuyucocha"	Este sistema posee tres pozos profundos, de los cuales se capta el agua para la ciudad. Esta agua es transportada a la planta de tratamiento y bombeo de Caranqui	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
Sanitaria	Relleno sanitario	Espacio donde se deposita los desechos sólidos de la población urbana.	Genera alta dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
Suministro de Energía Eléctrica	EMELNORTE	Institución estatal que regula y administra el sistema de suministro de energía eléctrica del norte de las provincias de Carchi e Imbabura.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad	Alta
	Subestación Ajaví	Retransmiten la energía eléctrica a diferentes sectores de la ciudad a través de la línea de transmisión.	Genera mediana dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Subestación Alpachaca	Retransmiten la energía eléctrica a diferentes sectores de la ciudad a través de la línea de transmisión.	Genera mediana dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media

	Subestación El Retorno	Retransmiten la energía eléctrica a diferentes sectores de la ciudad a través de la línea de transmisión.	Genera mediana dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Subestación San Agustín	Retransmiten la energía eléctrica a diferentes sectores de la ciudad a través de la línea de transmisión.	Genera mediana dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Subestación Bellavista	Estación la cual recibe energía eléctrica del interconectado nacional y lo transmite al resto de sub-estaciones eléctricas.	Genera alta dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
Movilidad	Terminal terrestre	Organiza y regula las frecuencias de llegada y salida de buses a diferentes parroquias, cantones y provincias. Diariamente recibe alrededor de 20000 pasajeros.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta

**Fuente:** Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte, 2013

Adaptación propia

## ANEXO C

### Calificación del Nivel de Importancia de los Elementos Esenciales en Tiempo de Crisis

Área	Nombre del elemento	Situación normal - Características	Criterios de Importancia			Importancia en tiempo de crisis
			Genera dependencia	Cobertura	Funcionalidad	
Abastecimiento de Alimentos	Supermercados.	Centros ideales para el suministro de alimentos no perecibles para la población ubicada en la parte céntrica de la ciudad	Genera mediana dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Supermaxi	Centro ideal para el abastecimiento de alimentos no perecibles y alimentos en general	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Empresa Municipal de Rastro	Empresa municipal necesaria para el faenamiento de ganado vacuno, porcino, ovino, caprino y su posterior distribución a los mercados mayoristas y minoristas.	Genera baja dependencia	Cobertura media	Funcionalidad baja	Media
	Mercado "Amazonas"	Principal centro de abastecimiento de suministros para la población.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Mercado "Santo Domingo"	Infraestructura necesaria para abastecer a la población de suministros alimenticios.	Genera mediana dependencia	Cobertura baja	Funcionalidad alta	Media
	Mercado "Mayorista"	Infraestructura necesaria para abastecer a la población de suministros alimenticios, especialmente la que está ubicada en las parroquias urbanas de Alpachaca y El Sagrario.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Principal feria libre ubicado en el Terminal terrestre	Al ser un espacio abierto solo los fines de semana, su utilidad será baja pero aun así, podría servir para el abastecimiento de alimentos a la población.	Genera baja dependencia	Cobertura baja	Funcionalidad baja	Baja

Abastecimiento de Combustibles	Gasolinera "Primax"	Ubicada en la vía principal cerca de un punto de entrada/salida de la ciudad.	Genera baja dependencia	Cobertura baja	Funcionalidad media	Baja
	Gasolinera "28 de septiembre"	Ubicada cerca de un punto de salida del cantón y de la ciudad.	Genera baja dependencia	Cobertura baja	Funcionalidad media	Baja
	Gasolinera "El Olivo"	Ubicada sobre la vía principal, cerca de un punto de salida de la ciudad.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Gasolinera "Petrocomercial" ubicada frente al Terminal terrestre	Ubicada en frente el terminal terrestre y abastece de combustible a buses de las principales compañías de transporte, cantonal, inter-cantonal e inter-provincial.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Gasolinera de Petróleos y Servicios ubicada en La Florida	Ubicada en la vía principal cerca de un punto de entrada/salida de la ciudad.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Envasadora de gas	Ubicada en la parroquia urbana de Priorato, cerca de la vía principal. Es una infraestructura que abastece de GLP a otras envasadoras y a los comerciantes mayoristas.	Genera alta dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
Administración	Gobernación	Coordinador del COE provincial	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Gobierno Provincial de Imbabura (GPI)	Miembro del COE provincial. Posee maquinaria pesada necesaria para la remoción de escombros	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Municipio	Entidad administrativa responsable de la jurisdicción sobre el cantón. Es el coordinador del COE cantonal	Genera mediana dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos	Planifica estrategias para garantizar la protección de la colectividad de los efectos negativos de desastres de origen natural o antrópico a nivel provincial. Miembro del COE cantonal y provincial	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
Asilos	Asilo León Ruales	Albergaría a más adultos mayores en caso de un desastre natural.	Concentración baja	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media

	Asilo Lucila Maya	Alberga a más de 20 adultos mayores.	Concentración baja	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Asilo San José	Alberga a más de 50 adultos mayores.	Concentración baja	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
Cementerios	Cementerio de San Francisco	Cementerio tradicional, patrimonial, con gran densidad de tumbas y con poco espacio.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Cementerio de Caranqui	Cementerio tradicional, patrimonial, con gran densidad de tumbas y con mediano espacio.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Cementerio de Jardín de Paz	Cementerio tradicional, patrimonial, con gran densidad de tumbas y con poco espacio.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Cementerio "San Miguel de Ibarra".	Cementerio tradicional, patrimonial, con gran densidad de tumbas y con poco espacio.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Cementerios parroquiales (ubicados en Alpachaca y Priorato)	Posibles lugares para enterrar a los muertos ubicados en diferentes parroquias, con gran espacio.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
Comunicaciones	Centrales de comunicaciones: Azaya, Caranqui, Milagro, la Victoria, Priorato, Yahuarcocha y la Radio base "La Loma"	Las principales están ubicadas en los barrios de Azaya, Priorato y Priorato. Son centrales necesarias para la interconexión de telefonía fija, beneficiando a más de 2000 familias de los diferentes barrios de la ciudad.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT)	Institución estatal que regula y administra el sistema de telecomunicaciones del cantón.	Genera mediana dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Grupo Corporativo del Norte	Uno de los principales medios de comunicación en caso de emergencia al poseer medios de difusión escrito, radial y televisivo	Genera alta dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta

Educación	Instituto tecnológico superior “17 de Julio”	Institución educativa que concentra gran población estudiantil. Posee un gran espacio físico, un gran número de aulas y un estadio, por lo que sería un posible albergue.	Concentración alta	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Colegio particular “Sagrado Corazón de Jesús”	Unidad educativa que concentra gran población estudiantil, pero que no dispone gran espacio físico, por lo cual no podría ser utilizado como albergue.	Concentración alta	Cobertura baja	Funcionalidad baja	Baja
	Unidad educativa “La Salle”	Unidad educativa que concentra gran población estudiantil pero no posee espacios físico amplios, coliseos o estudios, por lo cual no podría ser utilizado como albergue.	Concentración alta	Cobertura baja	Funcionalidad baja	Baja
	Colegio Fiscomisional San Francisco	Colegio fiscomisional donde existe concentración media de población en horario laboral. Además posee infraestructuras útiles para afrontar la crisis como estadio y coliseo.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Colegio particular Sánchez y Cifuentes	Colegio particular donde existe concentración media de población en horario laboral. Además posee infraestructuras útiles para afrontar la crisis como estadio y coliseo.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Unidad educativa particular “La Inmaculada”	Unidad educativa donde se concentra alta población en horario laboral pero en caso de crisis posee pocos espacios verdes o infraestructuras útiles para afrontar la crisis	Concentración alta	Concentración baja	Funcionalidad baja	Baja
	Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre	Institución educativa que concentra gran población estudiantil. . Posee un gran espacio físico, un gran número de aulas, un estadio y un coliseo, por lo que sería un posible albergue.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta

	Colegio Nacional "Ibarra"	Institución educativa que concentra gran población estudiantil. Posee un gran espacio físico, un gran número de aulas, un estadio y un coliseo, por lo que sería un posible albergue.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Colegio Víctor Manuel Guzmán	Institución educativa que concentra gran población estudiantil. No posee un gran número de aulas pero si infraestructuras como coliseo y estadio, por lo que sería un posible albergue.	Concentración alta	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Universidad Técnica del Norte	Institución educativa que concentra gran población estudiantil. Podría ser un potencial asilo por su espacio físico e infraestructuras como coliseos y canchas deportivas.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Pontificia Universidad católica del Ecuador, sede Ibarra	Institución superior particular del cantón Ibarra. Posee infraestructuras importantes como: coliseo, estadio y espacios verdes	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
Salud	Hospital San Vicente de Paúl	En caso de una emergencia atenderá a la población de la región 1 y su importancia radica por poseer 17 áreas médicas, 15 especialidades y alrededor de 166 camas.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Hospital del IESS	En caso de una emergencia atenderá a la población de la región 1 y su importancia radica por poseer 8 áreas médicas, 22 especialidades y alrededor de 150 camas.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Centro de salud	Centro necesario para atender a los pacientes en caso de emergencia, al tener una capacidad de más de 1000 pacientes	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta

	Subcentro de salud Priorato	Unidad de salud necesaria para atender al público, especialmente a la población de la parroquia de Priorato.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Subcentro de salud Caranqui	Unidad de salud necesaria para atender al público, especialmente a la población de la parroquia de Priorato.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
Recreación	Coliseo Caranqui	Posee una Infraestructura útil en caso de crisis y puede servir como albergue	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad baja	Media
	Coliseo "Luis Leoro Franco"	Posee una Infraestructura útil en caso de crisis y puede servir como albergue	Concentración alta	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Coliseo UNE	Posee una Infraestructura útil en caso de crisis y puede servir como albergue	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad baja	Media
	Estadio Olímpico "Ciudad de Ibarra"	Tiene una capacidad de 18600 espectadores y por sus dimensiones (100m x 66m) Posible albergue en caso de un catástrofe natural	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Estadio universitario	Infraestructura universitaria, la cual puede ser un posible albergue en caso de una catástrofe natural.	Concentración alta	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Estadios barriales (12 estadios)	Infraestructuras de recreación donde se desarrollan las ligas barriales dentro de la ciudad	Concentración media	Cobertura baja	Funcionalidad alta	Media
	Parque Céntrica Boulevard (en construcción)	Espacio abierto de gran superficie, ideal para albergar a la población y a la vez aquí funcionará el ECU911.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Parque "La Familia"	Por su gran espacio físico, sería un albergue ideal para los ciudadanos en caso de un sismo.	Concentración alta	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Parque "Pedro Moncayo"	Por su ubicación central y cercana al Municipio y Gobernación, será el lugar de encuentro de la población para pedir información	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta

	Plaza de toros	Por su espacio y capacidad es una infraestructura ideal para funcionar como albergue.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
Seguridad y organismos de socorro	Cruz Roja	Atención inmediata a la población en caso de desastres naturales. Organismo de apoyo del COE.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Estación Bomberos	Institución encargada de socorrer a la población ibarreña en situaciones de emergencia. Organismo de apoyo al COE provincial y cantonal	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Cuartel militar "Yaguachi"	Comando provincial del ejército. Miembro del COE provincial y cantonal. Organismo de socorro inmediato	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Comando de la Policía Nacional	Institución encargada de mantener el orden en la provincia, coordinada por la Gobernación. Miembro del COE provincial y cantonal. Dentro de su infraestructura funciona la Central 911.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
Patrimonial	Iglesia. Nuestro Señor del Amor	Posible lugar de concentración de la población en caso de una emergencia.	Concentración baja	Cobertura media	Funcionalidad alta	Media
	Iglesia Alpachaca	Posible lugar de concentración de la población en caso de una emergencia.	Concentración baja	Cobertura baja	Funcionalidad baja	Baja
	Iglesia Catedral	Edificio patrimonial y lugar donde labora el obispo del cantón. El obispado es un miembro de apoyo al COE provincial y cantonal.	Concentración media	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Iglesia La Merced	Posible lugar de concentración de la población en caso de una emergencia.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad alta	Baja
	Iglesia La Dolorosa	Posible lugar de concentración de la población en caso de una emergencia.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad media	Media
	Iglesia Santo Domingo	Posible lugar de concentración de la población en caso de una emergencia.	Concentración media	Cobertura media	Funcionalidad media	Media

	Edificio del ex cuartel militar	Edificio patrimonial y lugar donde labora el obispo del cantón. El obispado es un miembro de apoyo al COE provincial y cantonal.	Concentración baja	Cobertura baja	Funcionalidad baja	Baja
Abastecimiento de Agua Potable	Planta de tratamiento y potabilización "Azaya"	El agua potabilizada en esta planta se distribuye a la parroquia de Alpachaca	Genera mediana dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Planta de tratamiento y potabilización Caranqui.	El agua potabilizada en esta planta se distribuye a las parroquias urbanas de San Francisco, El Sagrario, Caranqui y Alpachaca	Genera mediana dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Sistema de Bombeo "Yuyucocha"	El agua proveniente de esta planta es transportada a la planta de tratamiento y bombeo de Caranqui	Genera mediana dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
Sanitario	Relleno sanitario	Espacio donde se deposita los desechos sólidos de la población urbana	Genera alta dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
Suministro de Energía Eléctrica	EMELNORTE	Institución estatal que regula y administra el sistema de suministro de energía eléctrica del norte de las provincias de Carchi e Imbabura.	Genera alta dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
	Subestación Ajaví	Retransmiten la energía eléctrica a diferentes sectores de la ciudad a través de la línea de transmisión.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Subestación Alpachaca	Retransmiten la energía eléctrica a diferentes sectores de la ciudad a través de la línea de transmisión.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Subestación El Retorno	Retransmiten la energía eléctrica a diferentes sectores de la ciudad a través de la línea de transmisión.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta
	Subestación San Agustín	Retransmiten la energía eléctrica a diferentes sectores de la ciudad a través de la línea de transmisión.	Genera alta dependencia	Cobertura media	Funcionalidad alta	Alta

	Sub-estación eléctrica principal "Bellavista"	Estación la cual recibe energía eléctrica del interconectado nacional y lo transmite al resto de sub-estaciones eléctricas.	Genera alta dependencia	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta
Movilidad	Terminal terrestre	Regula las frecuencias de llegada y salida de buses a diferentes parroquias, cantones y provincias. Recibe alrededor de 20000 pasajeros. Ocupa un área aproximada de 50000 m2.	Concentración alta	Cobertura alta	Funcionalidad alta	Alta

**Fuente:** Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo & Universidad Técnica del Norte, 2013

Adaptación propia

## ANEXO D

### Vulnerabilidad Global de los Elementos Esenciales

Área	Elementos esenciales	Vulnerabilidad por dependencia	Vulnerabilidad físico estructural			
	Tipo		Nombre	Sismos	Volcánica	Inundación
Abastecimiento de alimentos	Mercado “Santo Domingo”	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Empresa Municipal de Rastro	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Mercado “Mayorista”	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	AKI	Media	Baja	Media	Media	Baja
	Mercado “Amazonas”	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Gran AKI	Media	Baja	Media	Media	Baja
	SuperTÍA	Media	Baja	Media	Baja	Baja
	Principal feria libre	Media	Baja	Media	Media	Baja
	Supermaxi	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
Abastecimiento de combustibles	Gasolinera “Primax”	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Gasolinera “28 de Septiembre”	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Gasolinera “El Olivo”	Media	Baja	Baja	Media	Baja
	Gasolinera “Petrocomercial”	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Gasolinera “La Florida”	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Envasadora de gas	Media	Baja	Media	Media	Baja
Comunicaciones	Central “Caranqui”	Media	Baja	Baja	Media	Baja
	CNT	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Grupo Corporativo del Norte (dos edificios)	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Central Milagro	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Central Azaya	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Radio Base “La loma”	Media	Baja	Media	Baja	Baja
	Central “La Victoria”	Media	Baja	Baja	Media	Baja
	Central “Priorato”	Media	Baja	Baja	Media	Baja
Central “Yahuarcocha”	Media	Baja	Baja	Media	Baja	
Sanitaria	Relleno sanitario	Baja	Baja	Alta	Media	Media
Suministro de agua potable	Planta de tratamiento y potabilización “Caranqui”	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
	Sistema de bombeo “Yuyucocha”	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
	Planta de tratamiento y potabilización “Azaya”	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
de ene	Subestación “El Retorno”	Baja	Baja	Media	Media	Baja

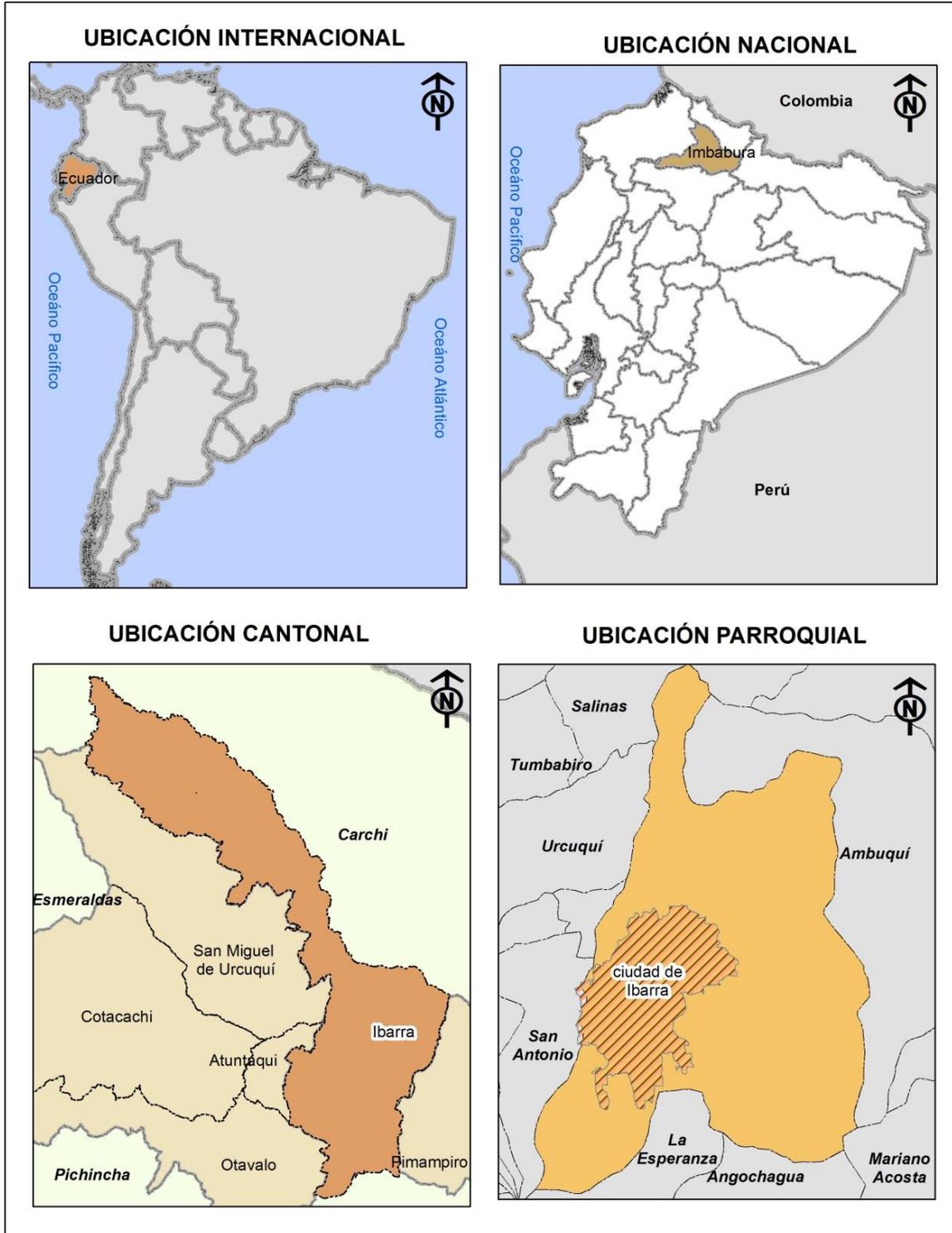
	Subestación "Alpachaca"	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	EMELNORTE	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
	Subestación "Ajaví"	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Subestación "San Agustín"	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Subestación "Bellavista"	Baja	Baja	Media	Media	Baja
Mov il.	Terminal terrestre	Media	Baja	Baja	Media	Baja
Administración	SNGR	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
	Municipio	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
	Gobernación	Alta	Media	Baja	Baja	Baja
	GPI	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
Seguridad	Policía Nacional	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Estación Bomberos	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Cruz Roja	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
Asilos	Asilo "León Ruales"	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Asilo "San José"	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Asilo "Lucila Maya de Proaño"	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
Cementerio	Cementerio de Caranqui	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Cementerio parroquial ubicado en Alpachaca	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Cementerio "Jardín de Paz"	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Cementerio parroquial ubicado en Priorato	Baja	Baja	Alta	Baja	Baja
	Cementerio "San Francisco"	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Cementerio "San Miguel de Ibarra"	Baja	Baja	Media	Media	Baja
Educación	Universidad Técnica del Norte UTN	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
	Universidad Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra, PUCE-SI	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
	Instituto tecnológico superior "17 de Julio"	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
	Colegio Sagrado Corazón de Jesús	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
	Unidad educativa "La Salle"	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
	Colegio Fiscomisional "San Francisco"	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
	Unidad educativa particular "La Inmaculada"	Alta	Baja	Media	Media	Baja
	Colegio particular salesiano "Sánchez y Cifuentes"	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
	Unidad educativa experimental "Teodoro Gómez de la Torre"	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
	Colegio "Víctor Manuel Guzmán"	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
	Colegio Nacional "Ibarra"	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
rim oni	Iglesia "Nuestro Señor del Amor"	Media	Media	Media	Media	Baja

	Iglesia “Alpachaca”	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Iglesia “Santo Domingo”	Media	Baja	Baja	Media	Baja
	Iglesia “Catedral”	Media	Media	Media	Media	Baja
	Ex-Cuartel militar	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
	Iglesia “La Merced”	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Iglesia “La Dolorosa”	Media	Baja	Media	Baja	Baja
Recreación	Estadio de liga barrial ubicado en la ciudadela “El Chofer”	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Coliseo “Caranqui”	Baja	Baja	Media	Baja	Baja
	Estadio de liga barrial ubicado en Azaya	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio de liga barrial ubicado en el Mirador de Azaya	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Plaza de toros “La Candelaria”	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio liga barrial ubicado en el barrio 15 de Diciembre	Baja	Baja	Alta	Baja	Baja
	Estadio de liga barrial ubicado en Pílanquí	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio liga barrial ubicado en el Colegio “Víctor Manuel Guzmán”	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio Olímpico “Ciudad de Ibarra”	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Coliseo UNE	Baja	Baja	Media	Baja	Baja
	Coliseo “Luis Leoro Franco”	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio de liga barrial ubicado en El Ejido de Caranqui	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio de liga barrial ubicado en Guayaquil de Piedras	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio universitario	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Parque “Pedro Moncayo”	Media	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio liga barrial ubicado en Caranqui	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Parque “La Familia”	Media	Baja	Media	Alta	Media
	Estadio de liga barrial ubicado en Priorato	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Parque Céntrica “Boulevard”	Media	Baja	Media	Media	Media
	Estadio de liga barrial ubicado en El Olivo	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Estadio de liga barrial ubicado en la Coop. 15 de Diciembre	Baja	Baja	Media	Media	Baja
	Salud	Subcentro de salud “Caranqui”	Alta	Baja	Baja	Baja
Centro Salud N°1		Alta	Media	Media	Media	Baja
Hospital “San Vicente de Paul”		Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
Hospital IESS		Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
Subcentro de salud “Priorato”		Alta	Baja	Media	Media	Media

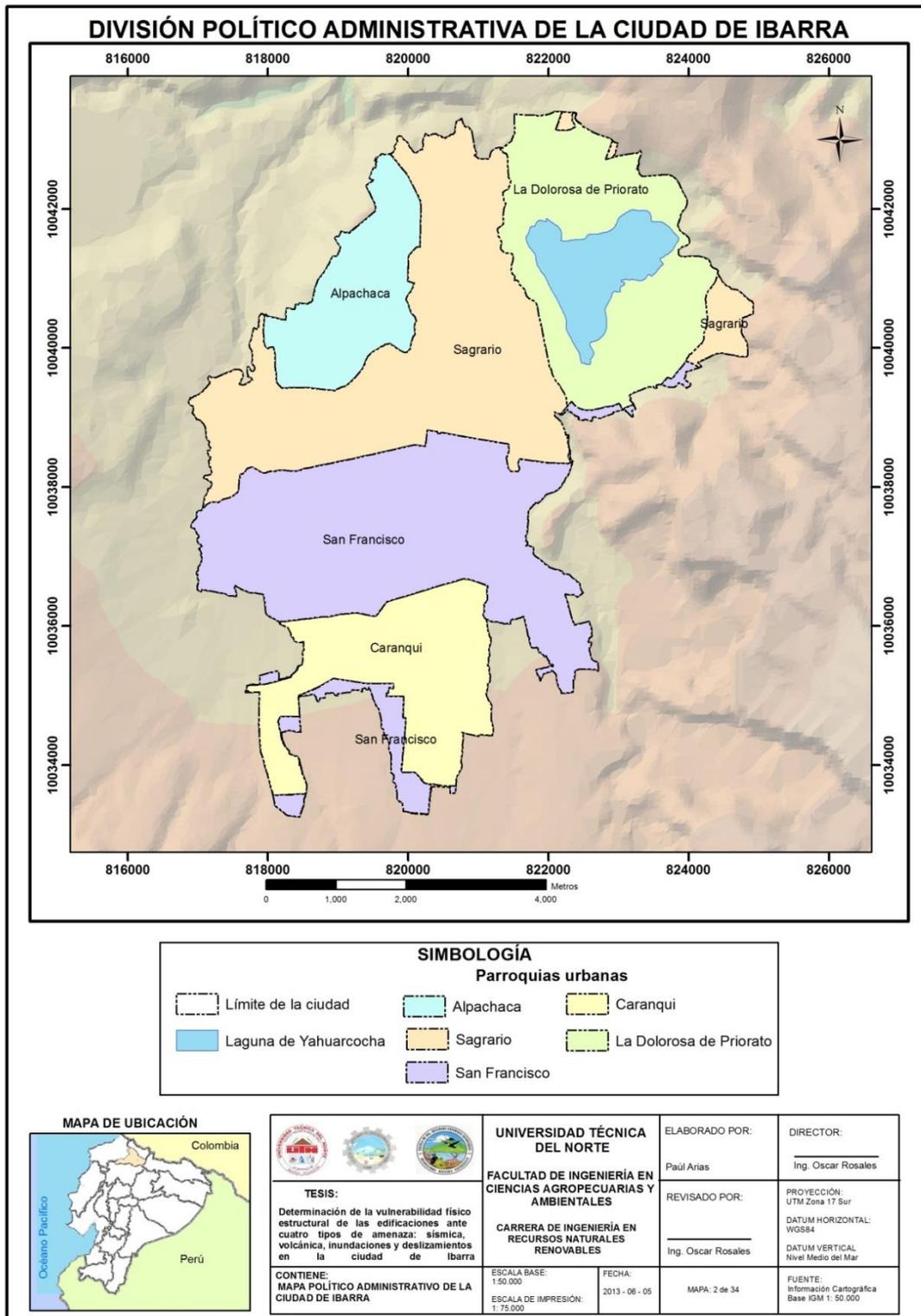


# ANEXO E

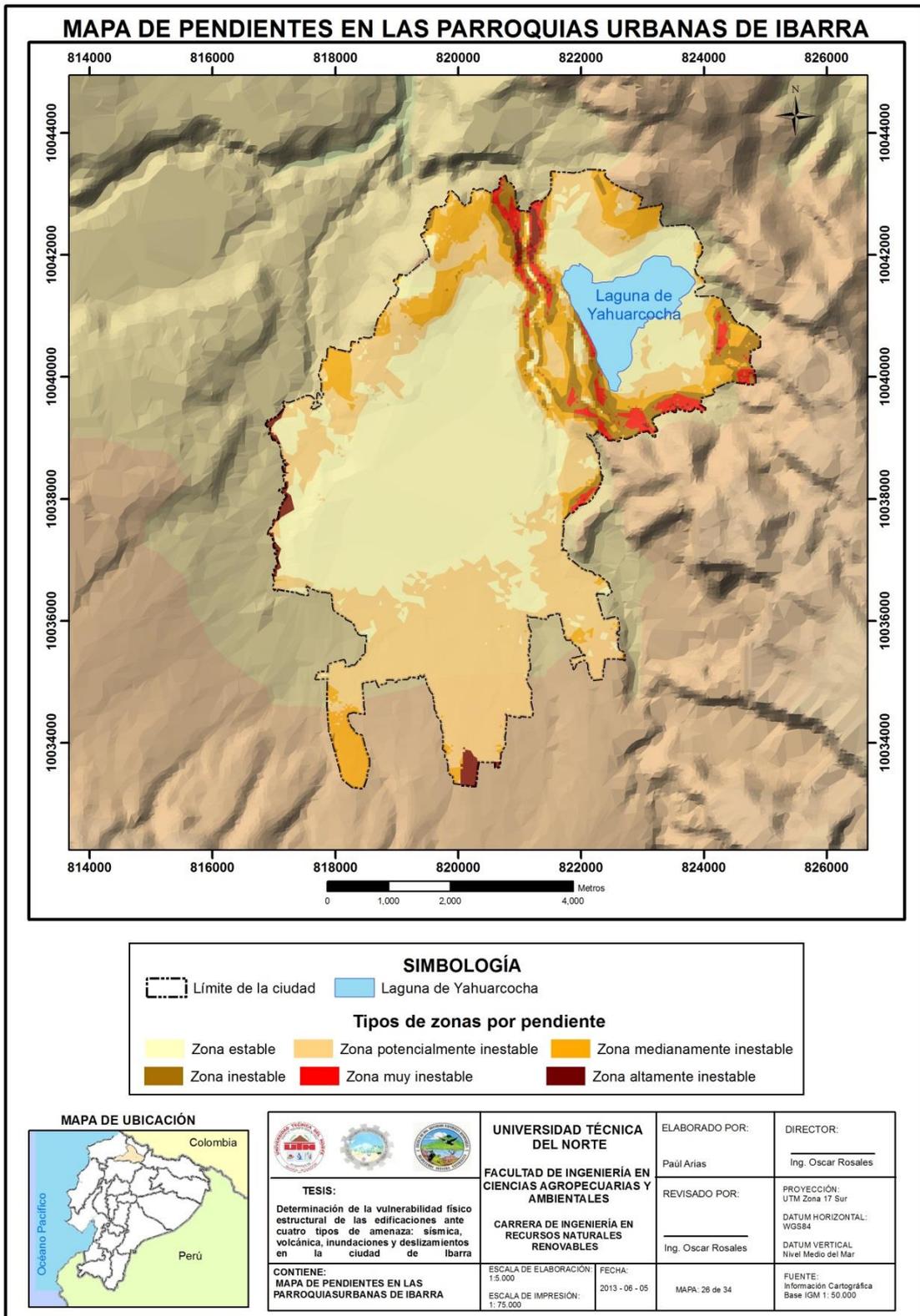
## Mapas



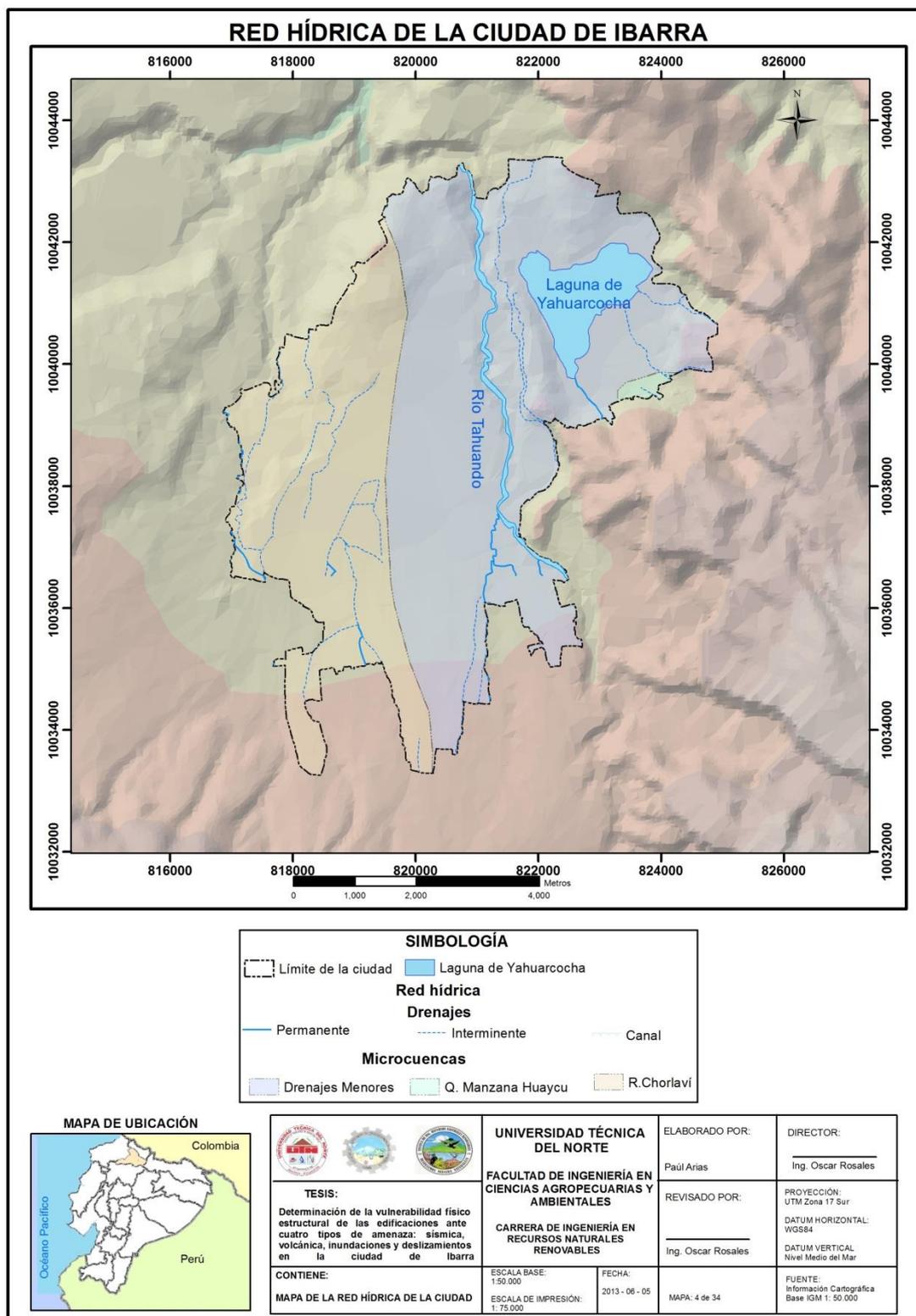
Mapa 1. Ubicación de la ciudad de Ibarra



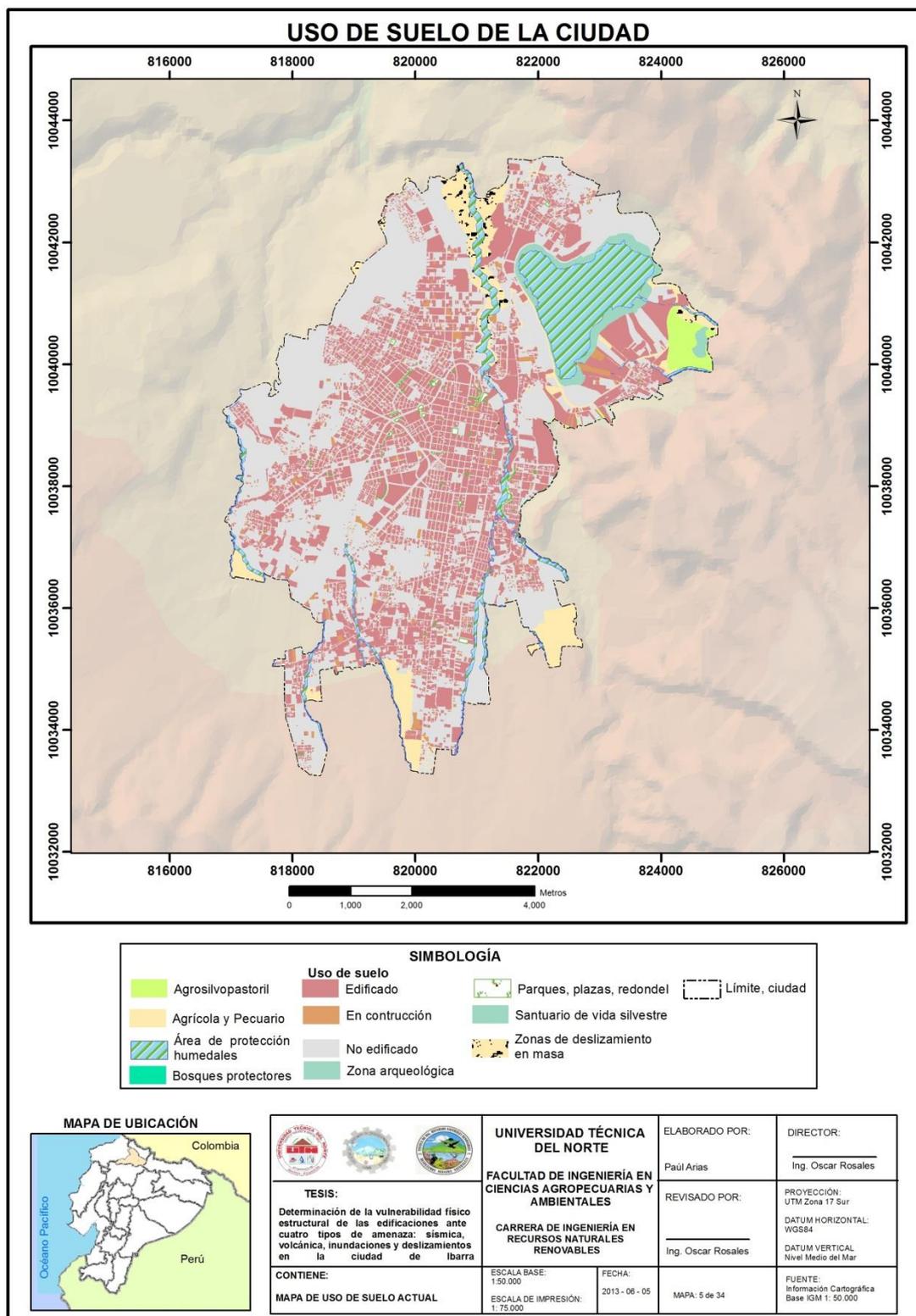
**Mapa 2. División político administrativa de la ciudad de Ibarra**



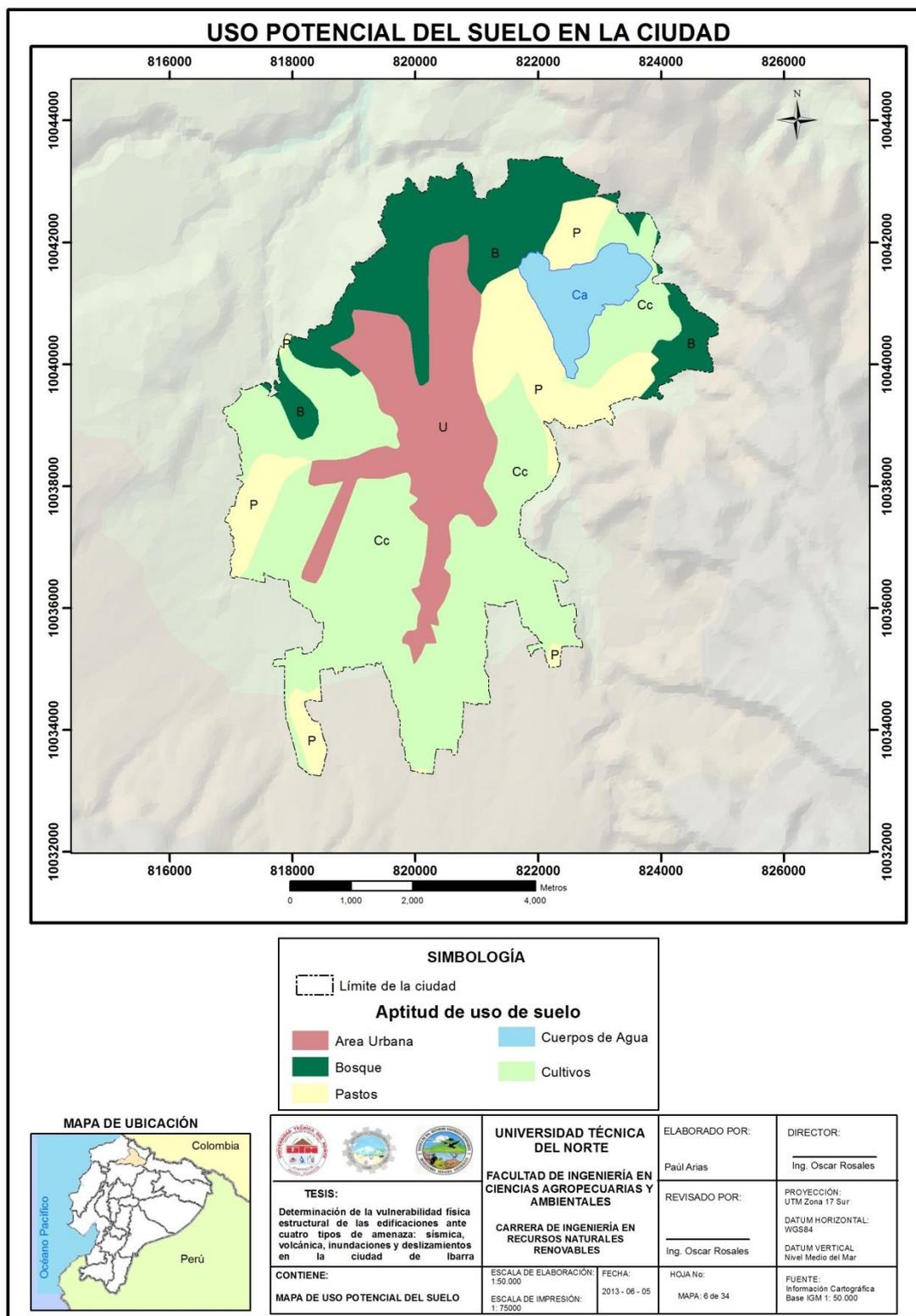
**Mapa 3.** Mapa de pendientes de la ciudad de Ibarra



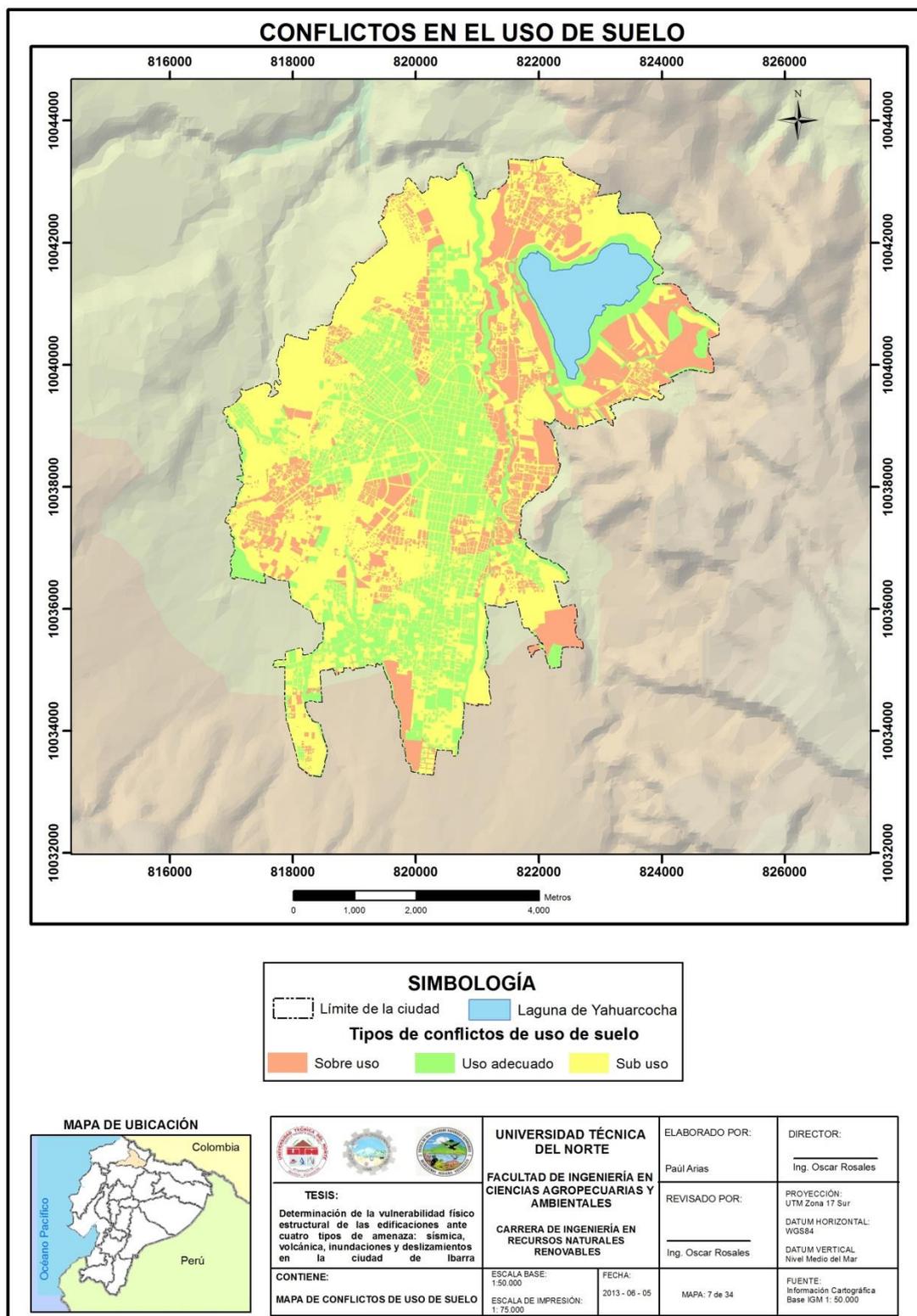
**Mapa 4. Red Hídrica de la ciudad de Ibarra**



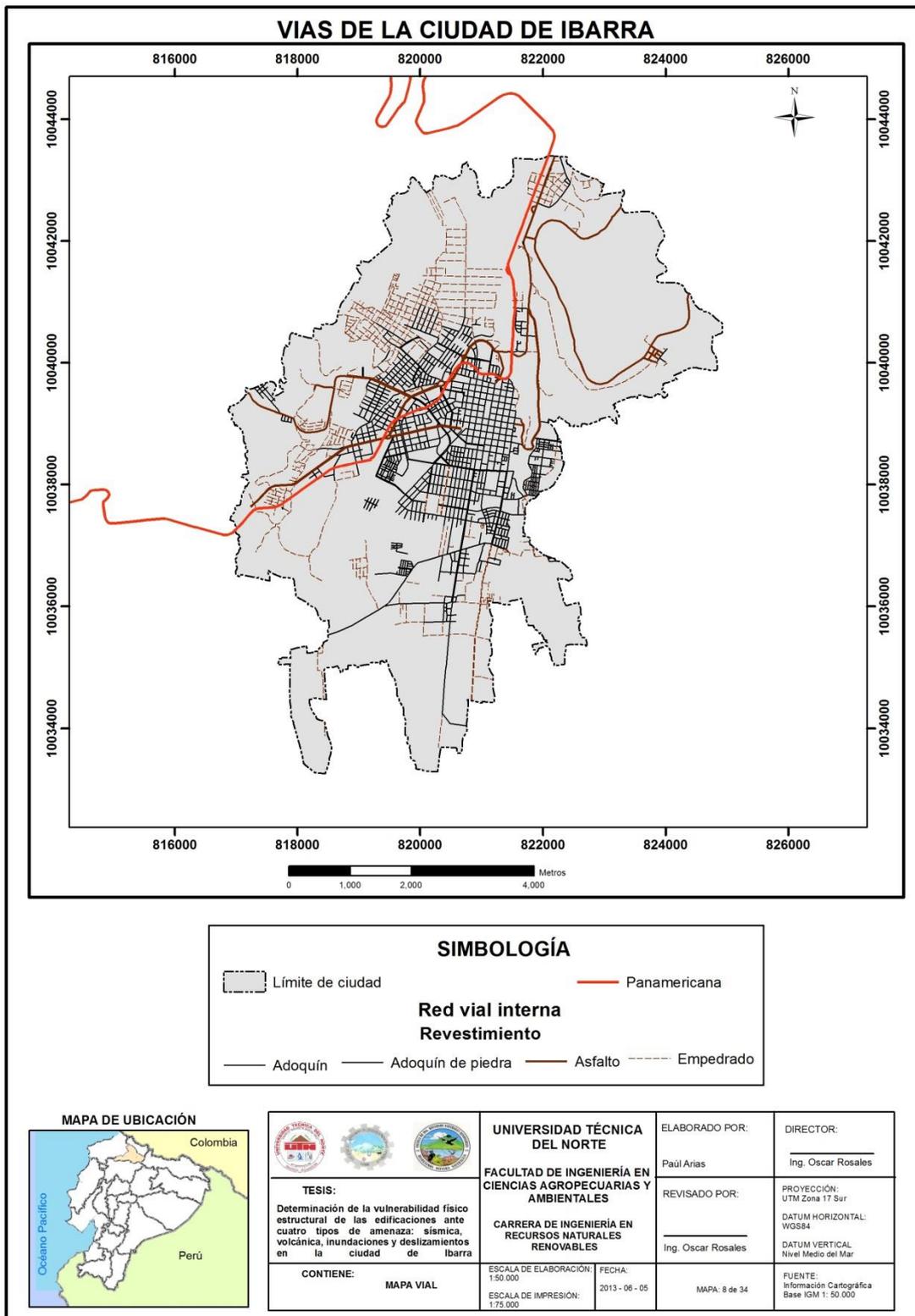
**Mapa 5. Uso de suelo de la ciudad**



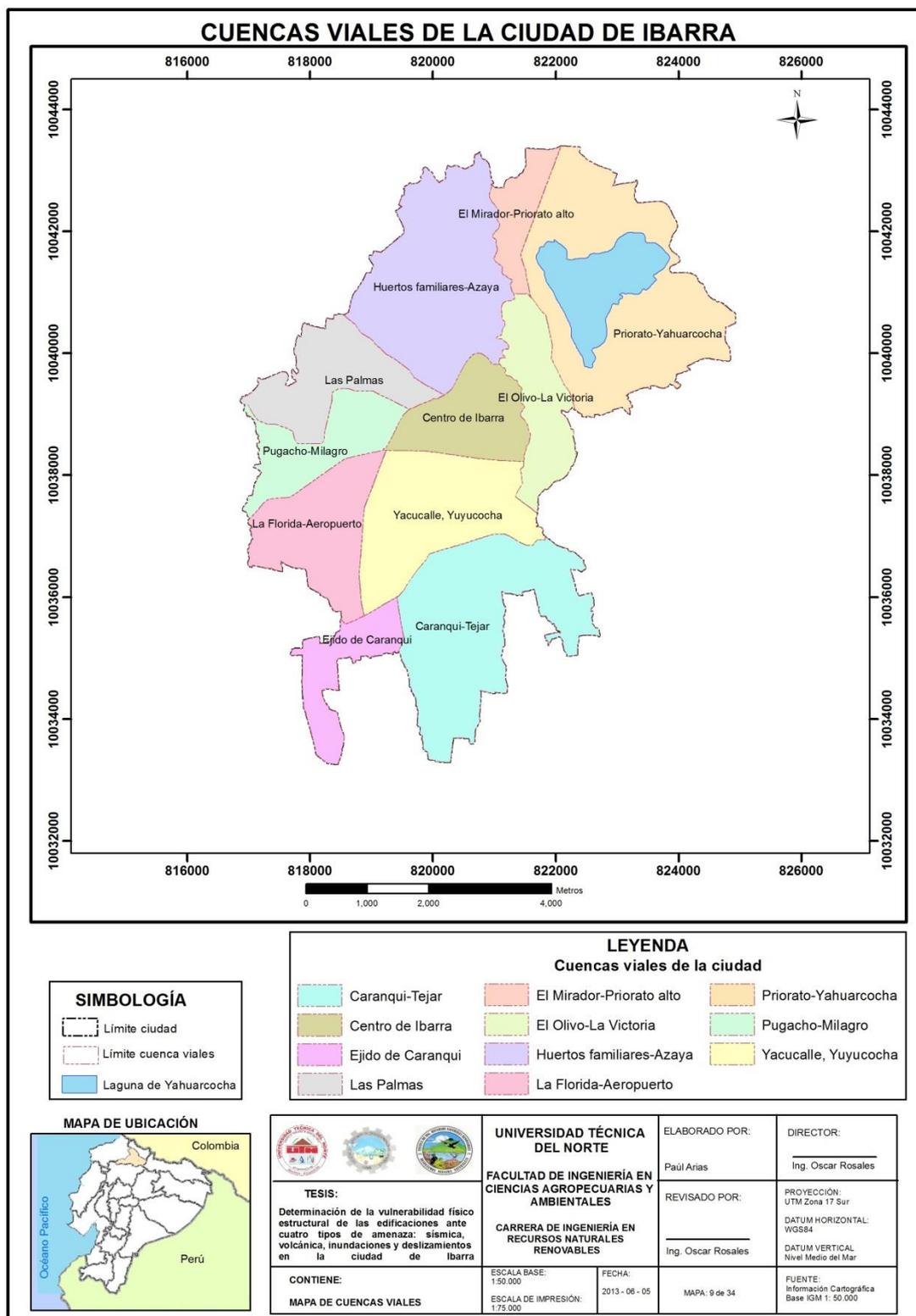
**Mapa 6. Uso potencial del suelo en la ciudad**



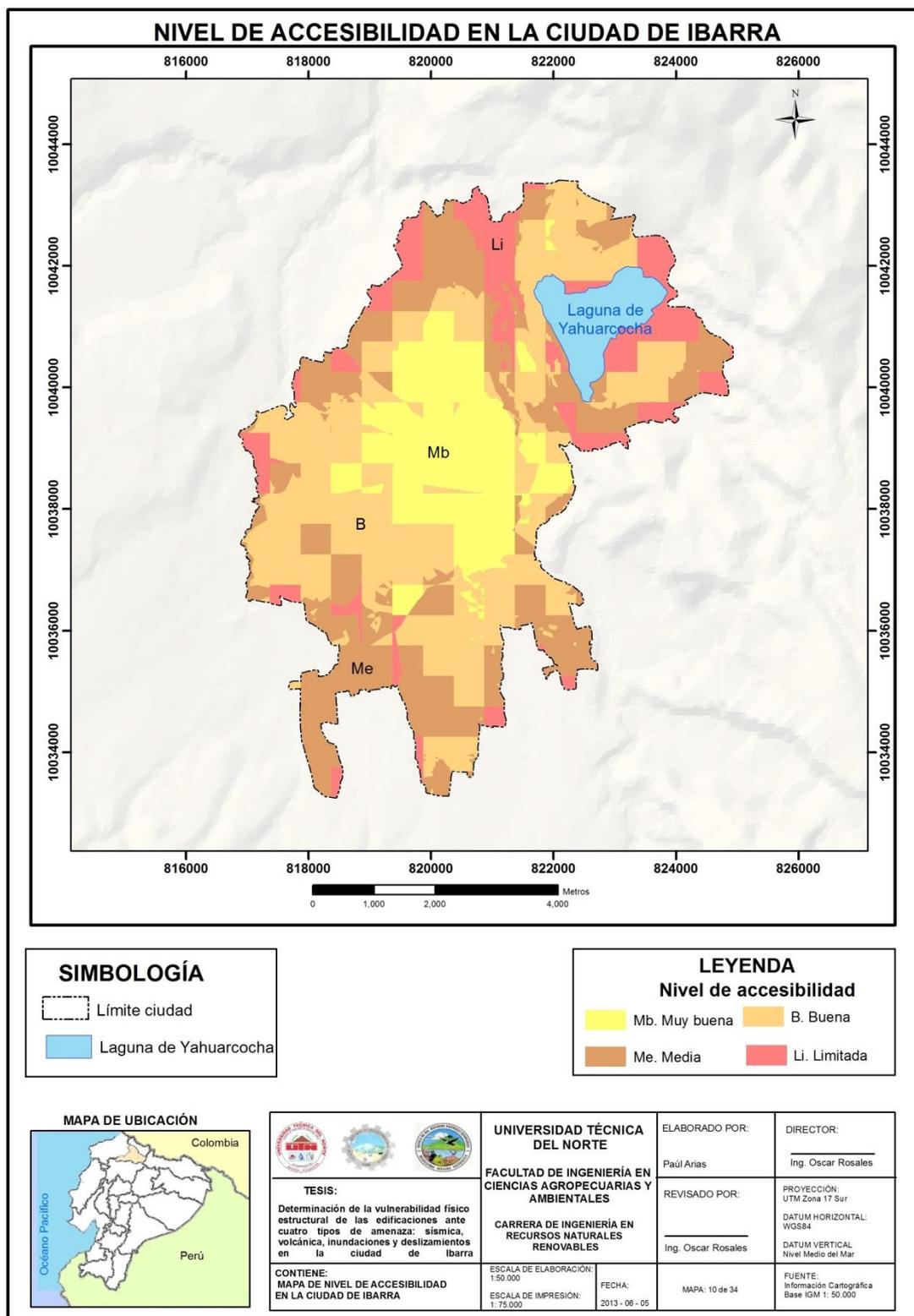
**Mapa 7. Conflictos en el uso de suelo**



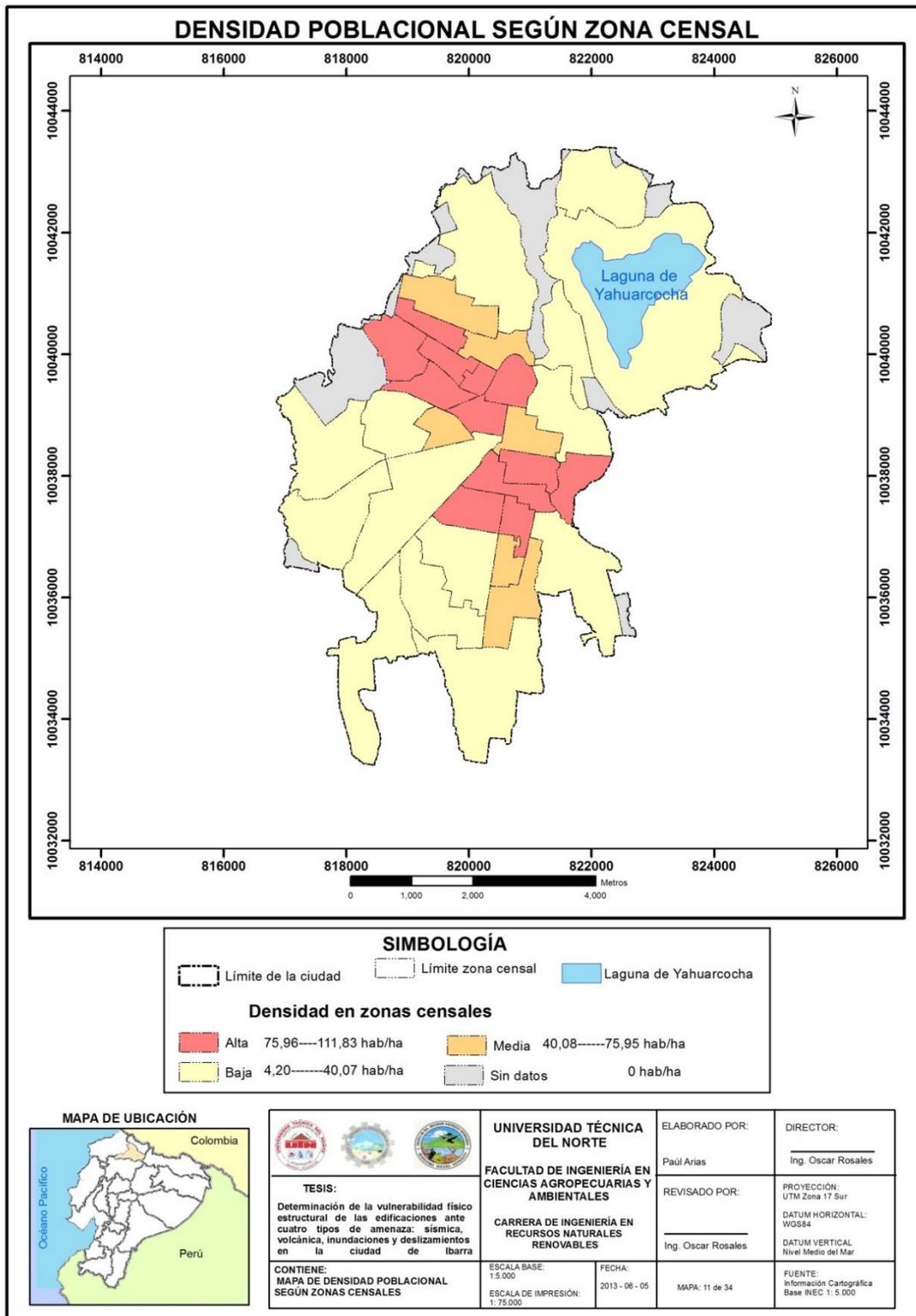
**Mapa 8.** Vías de la ciudad de Ibarra



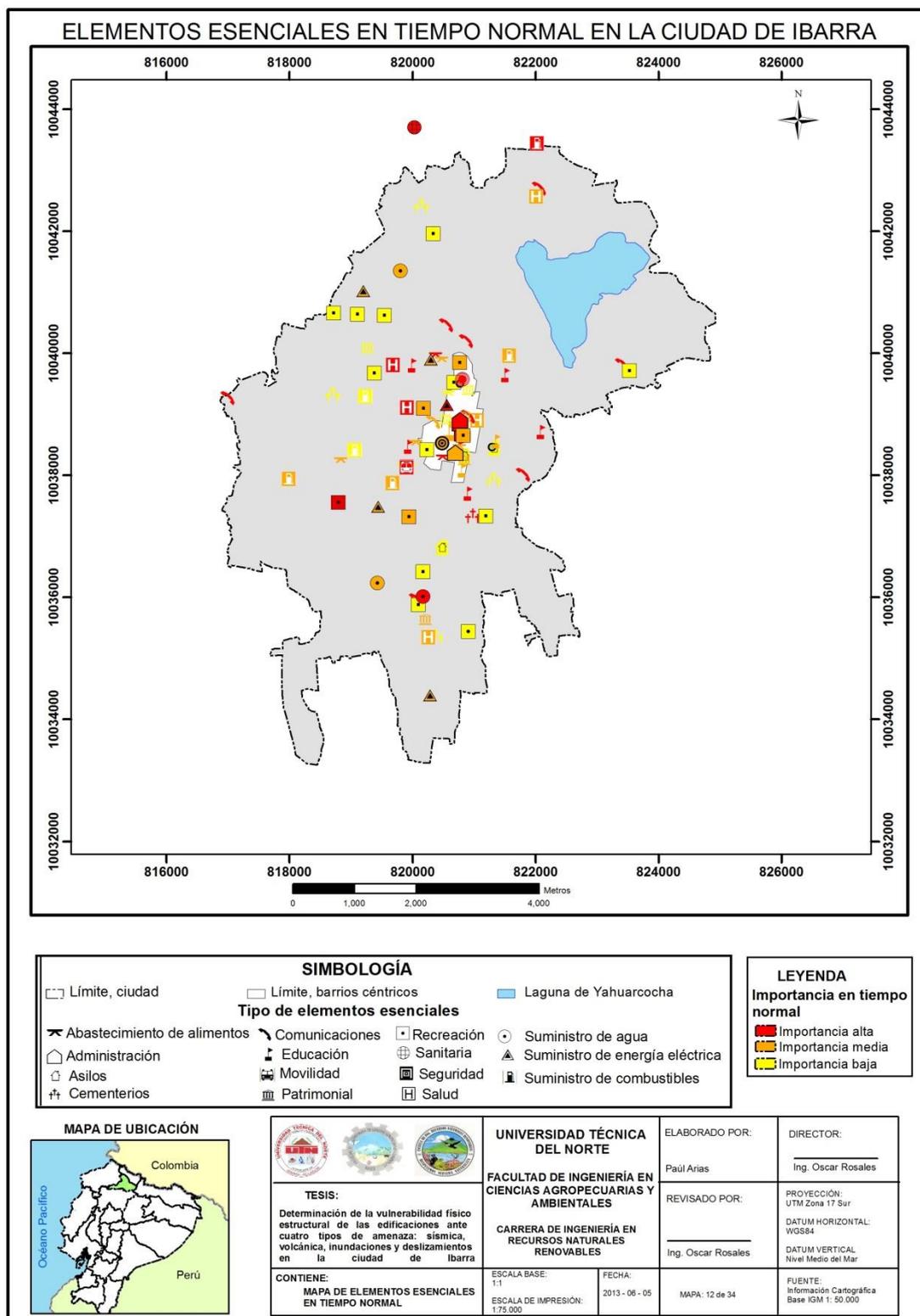
**Mapa 9.** Cuencas viales de la ciudad de Ibarra



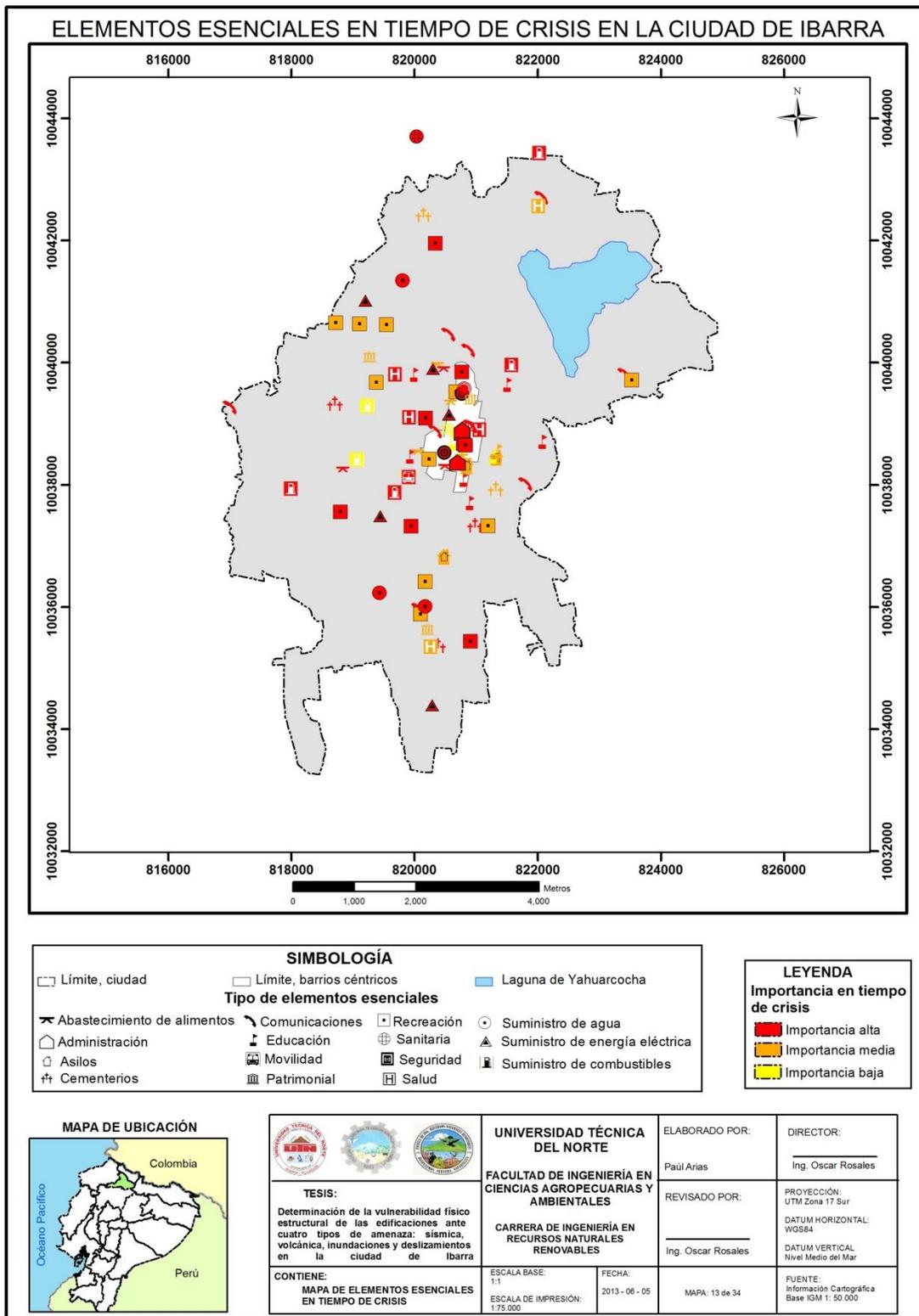
**Mapa 10.** Nivel de accesibilidad de la ciudad de Ibarra



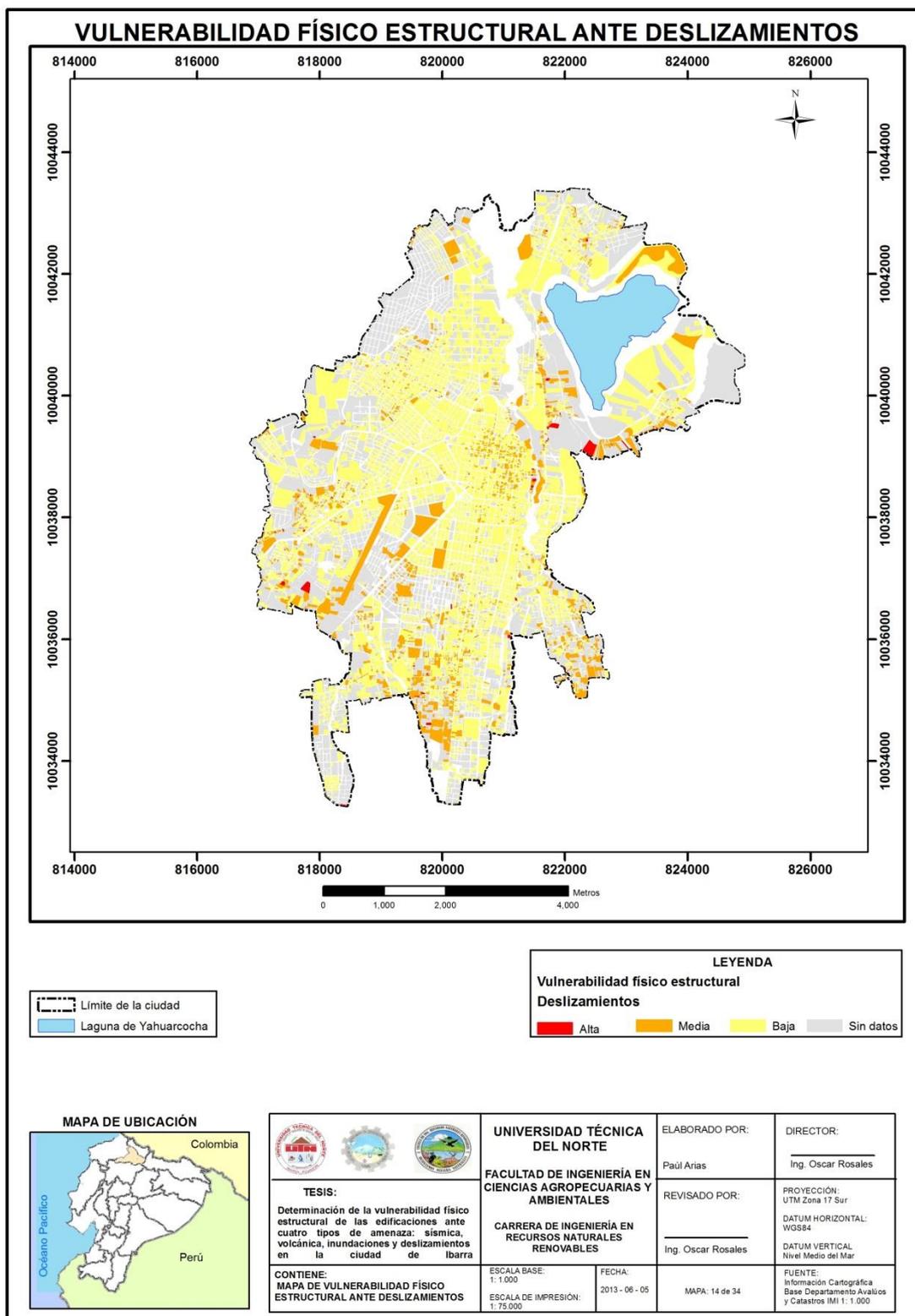
**Mapa 11.** Densidad poblacional según zona censal



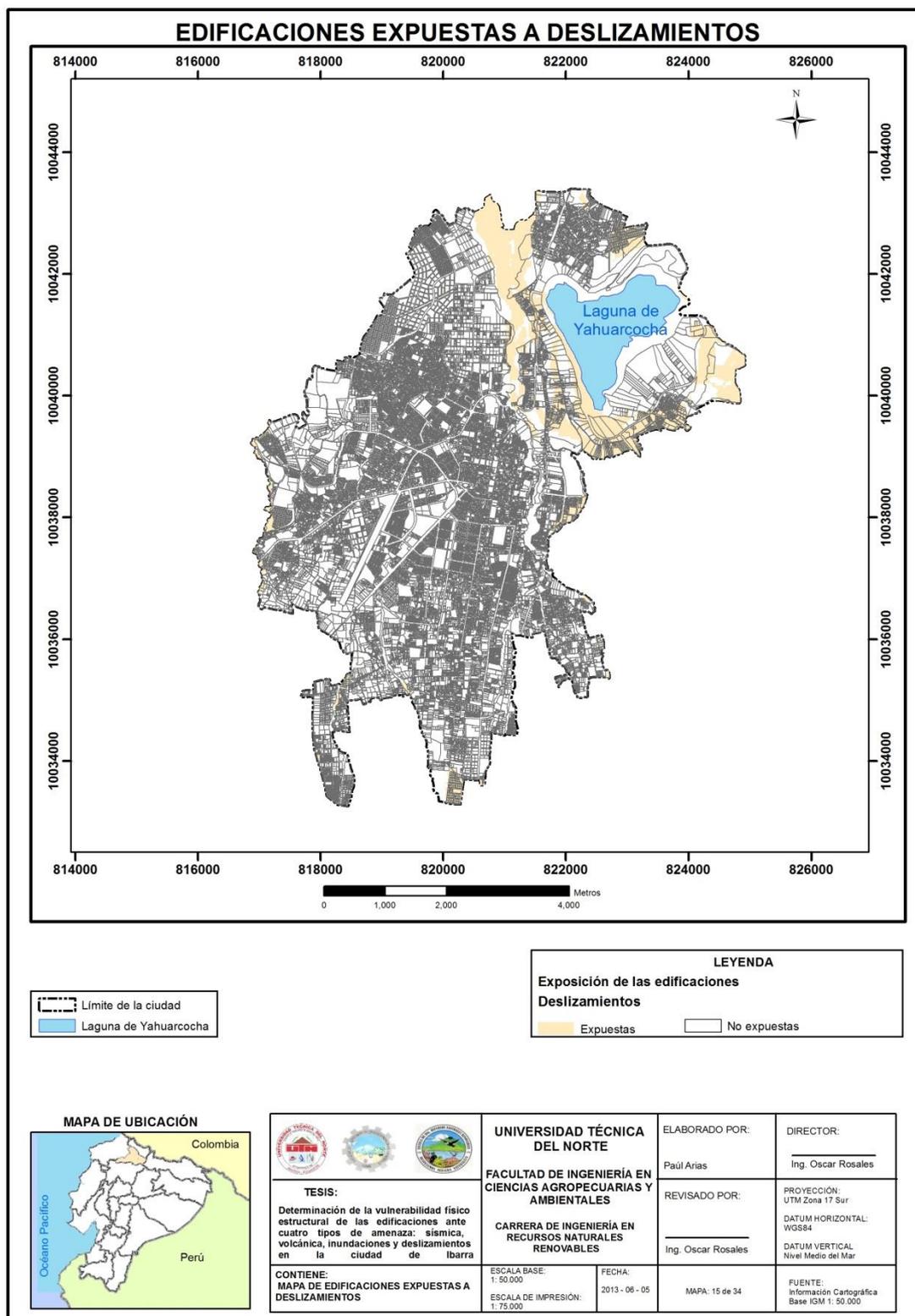
**Mapa 12.** Elementos esenciales en tiempo normal en la ciudad de Ibarra



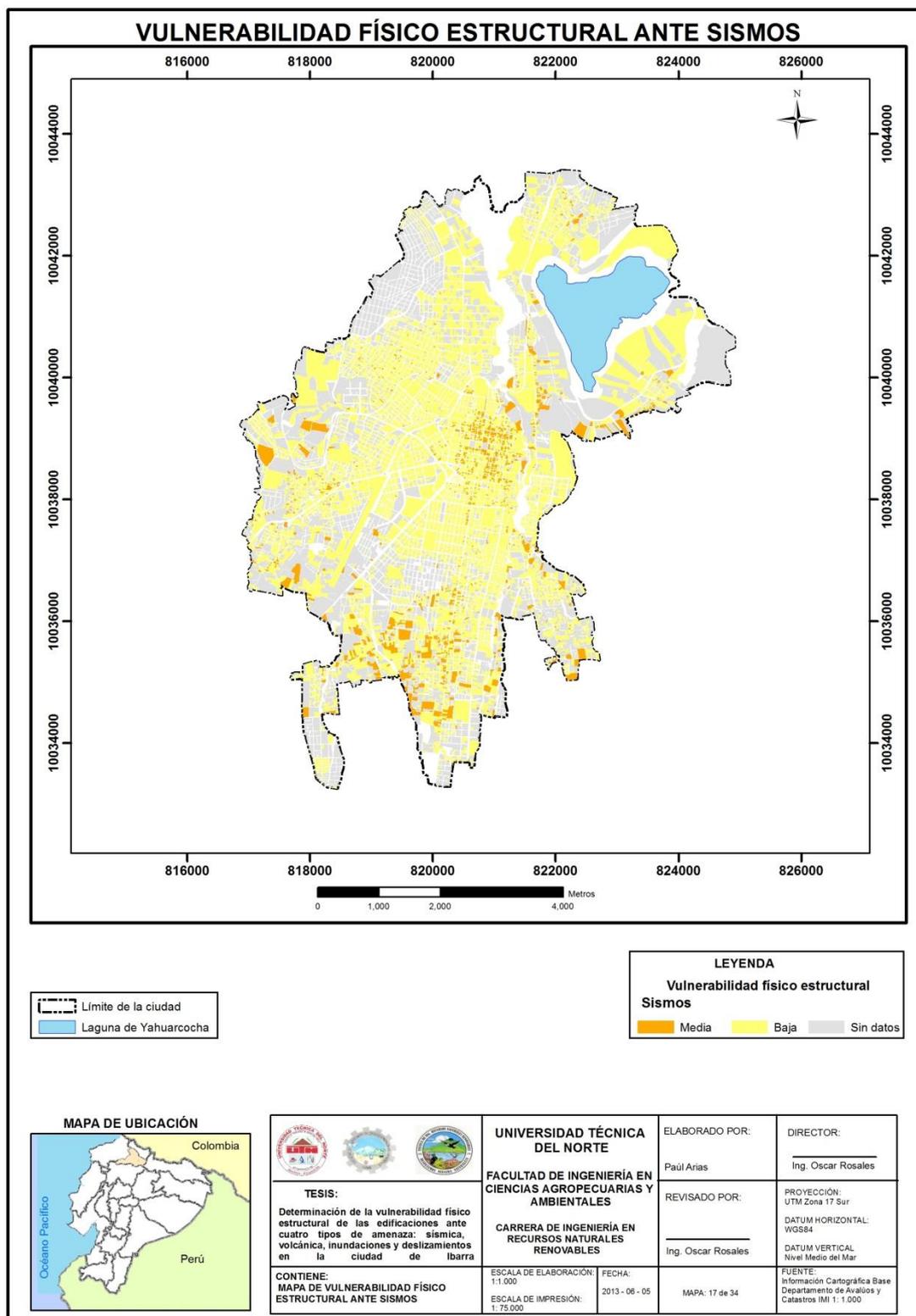
**Mapa 13.** Elementos esenciales en tiempo de crisis en la ciudad de Ibarra



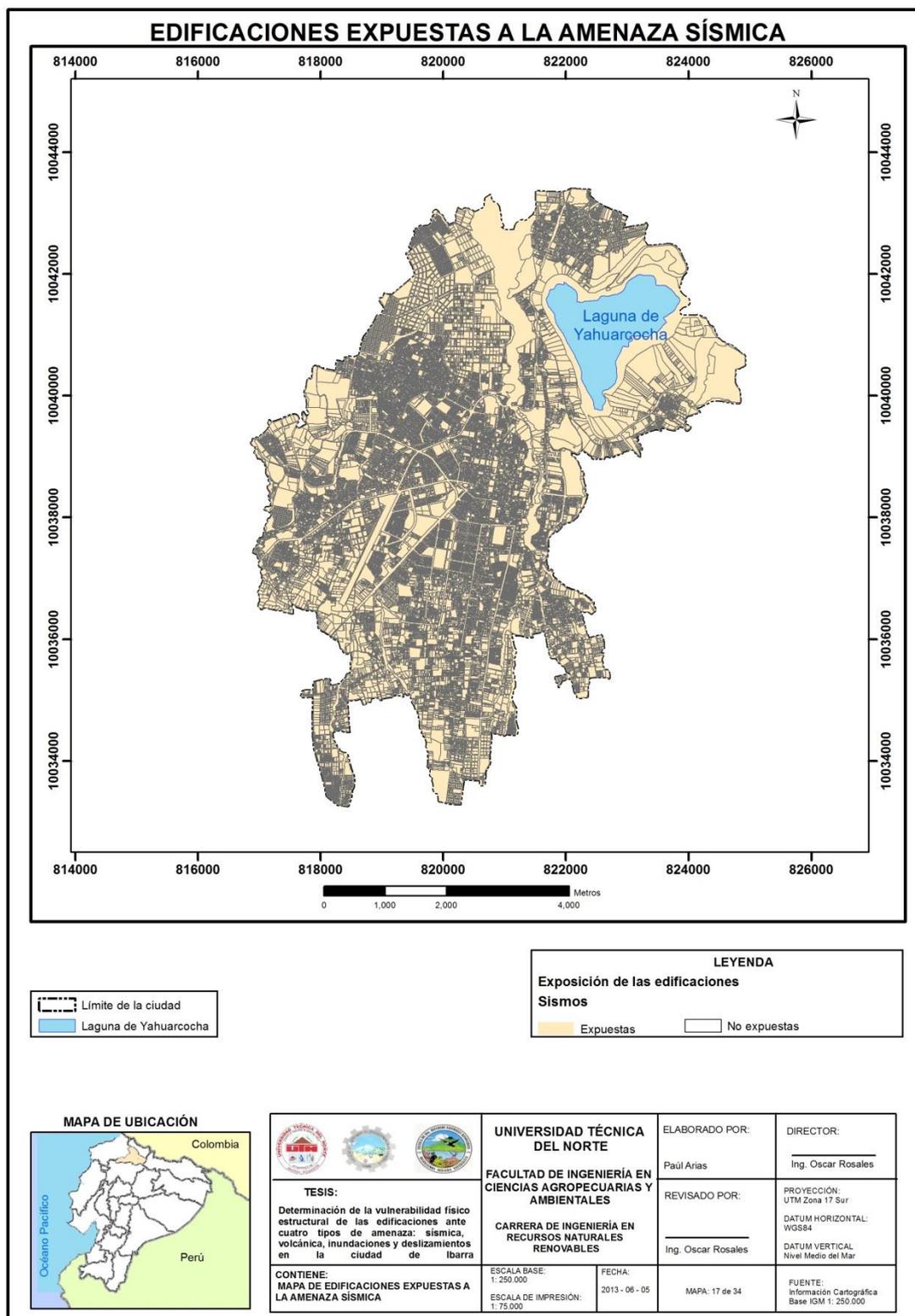
**Mapa 14. Vulnerabilidad físico estructural ante deslizamientos**



**Mapa 15.** Edificaciones expuestas a deslizamientos

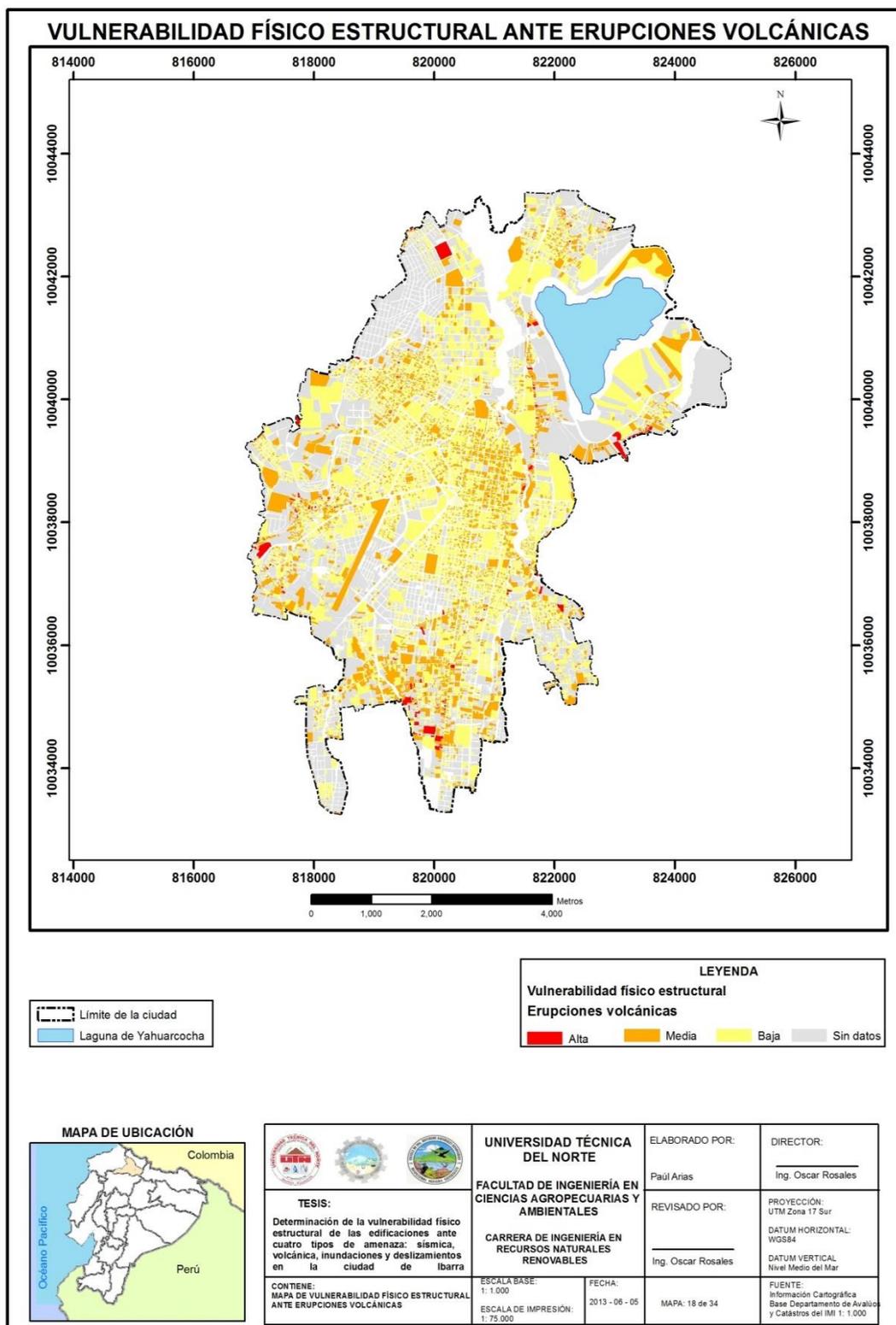


**Mapa 16.** Vulnerabilidad físico estructural ante sismos

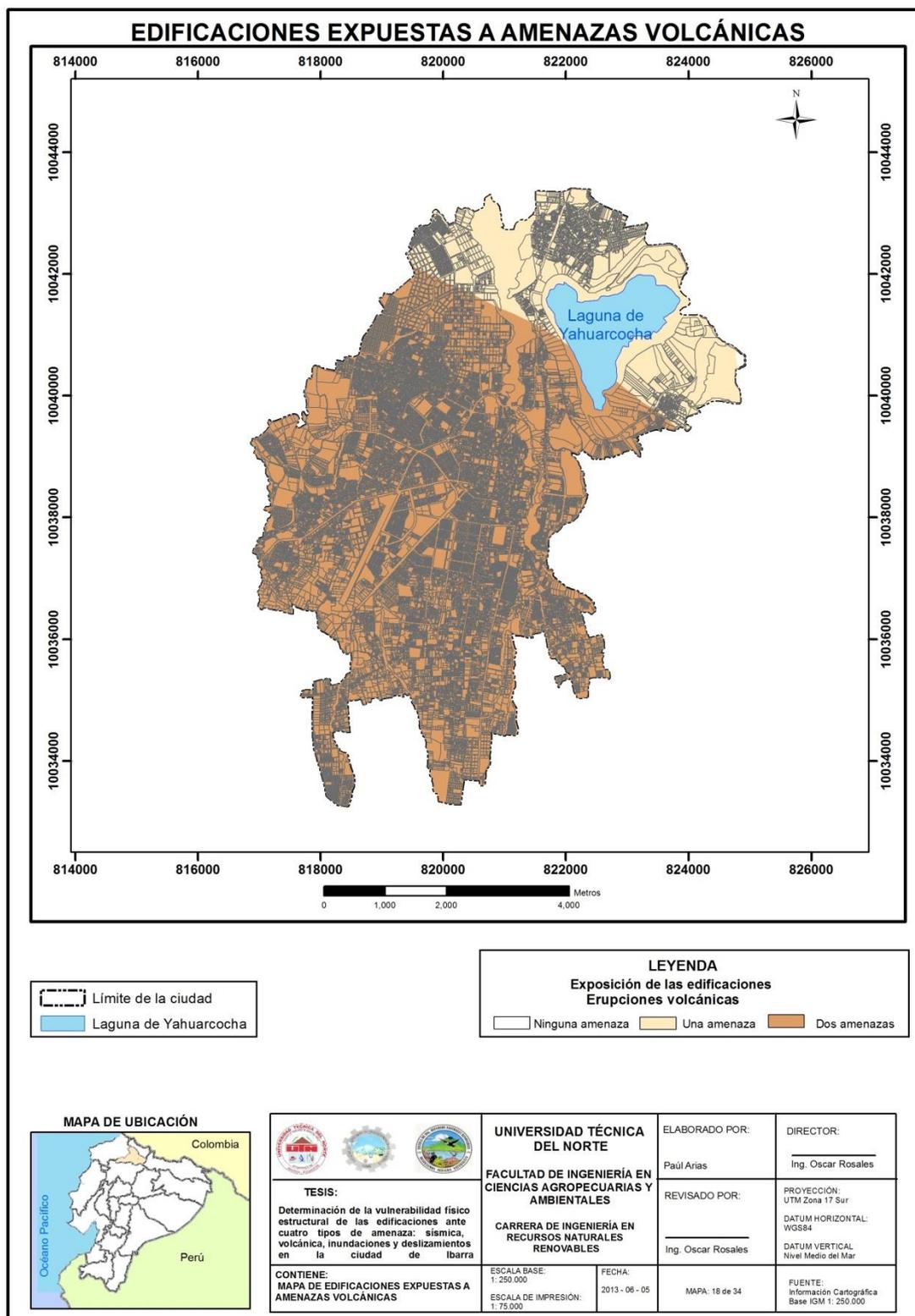


**Mapa 17.** Edificaciones expuestas a la amenaza sísmica

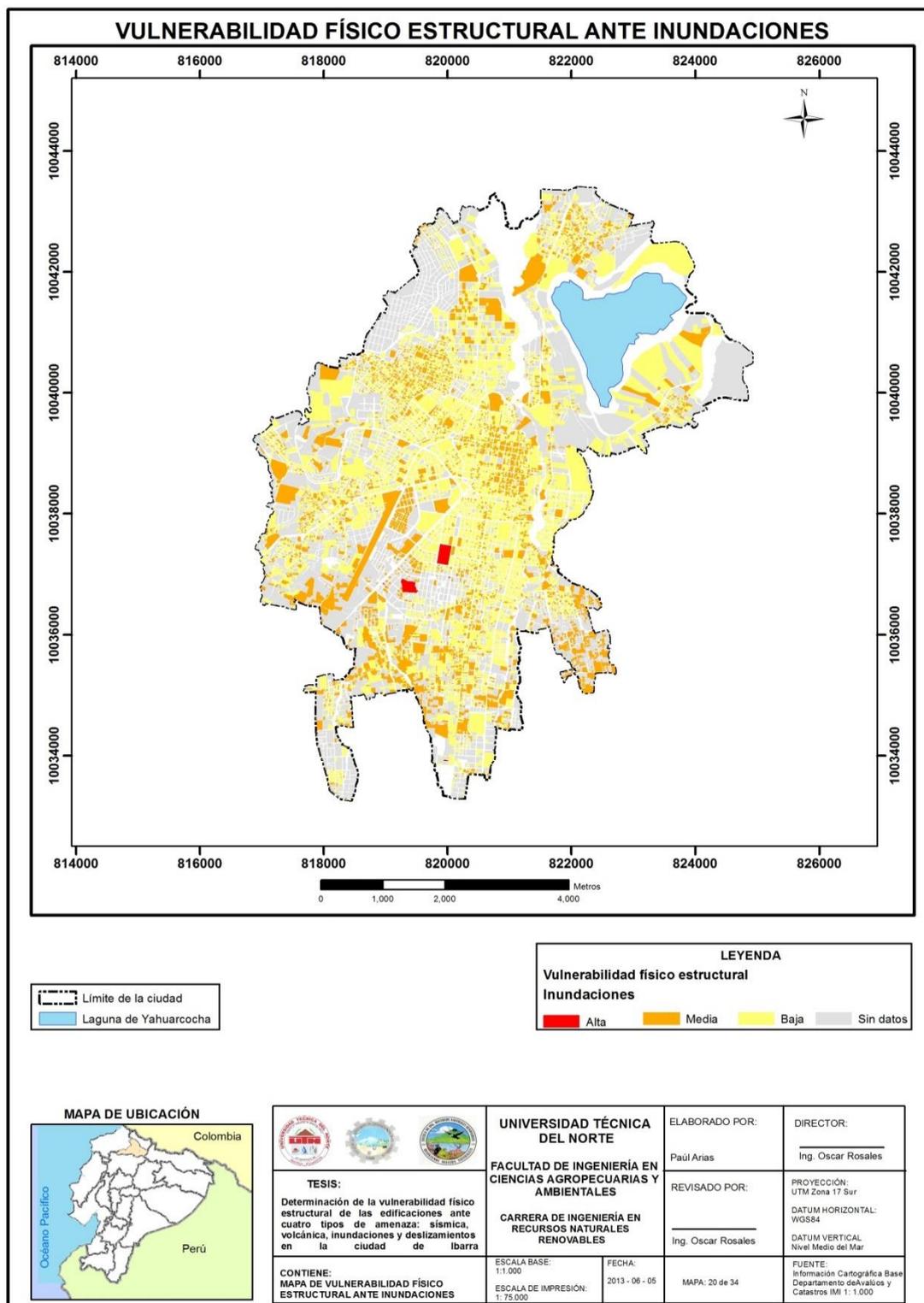
**Fuente:** (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda-Cámara de la Construcción de Quito, 2011)



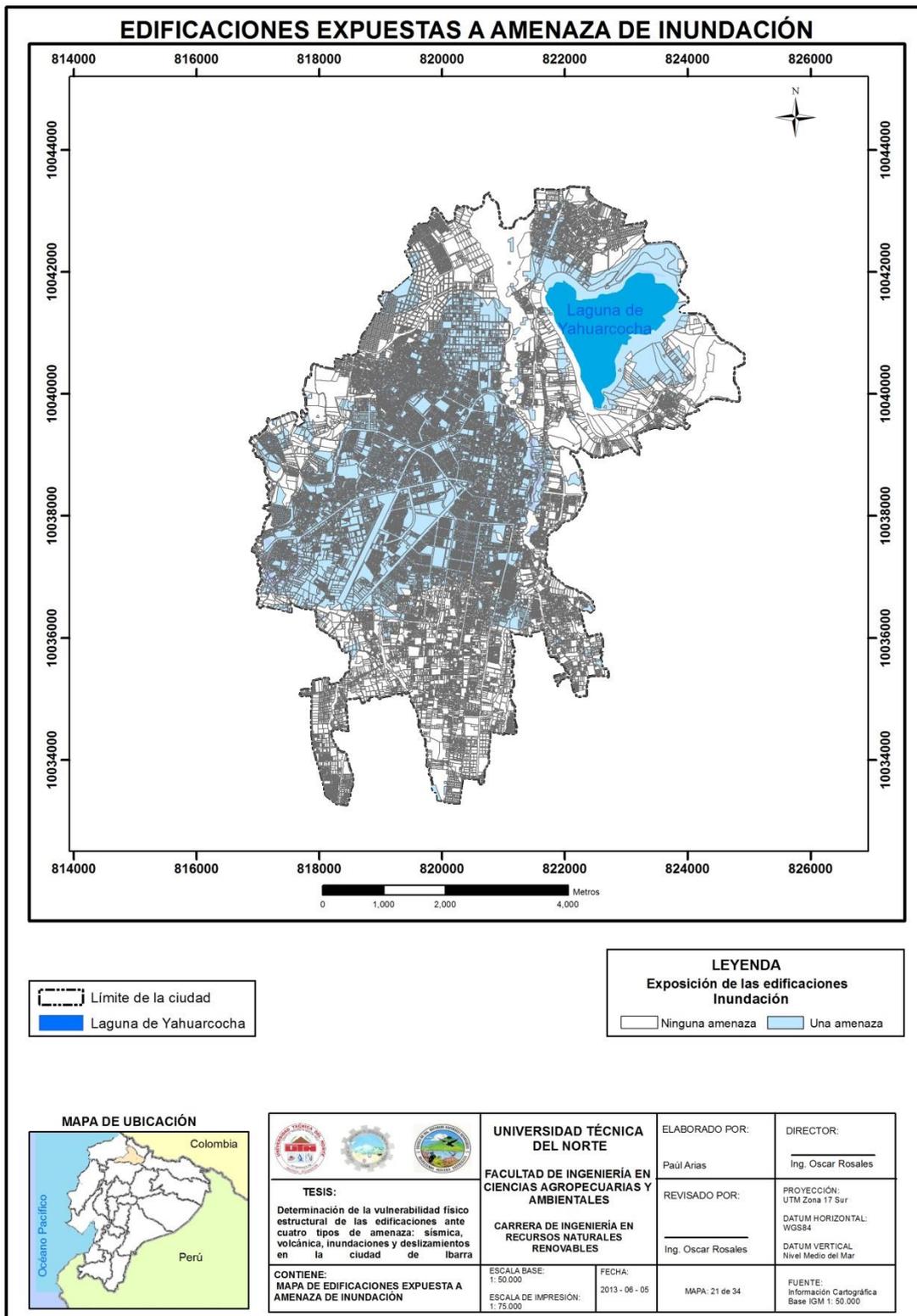
**Mapa 18.** Vulnerabilidad físico estructural ante erupciones volcánicas



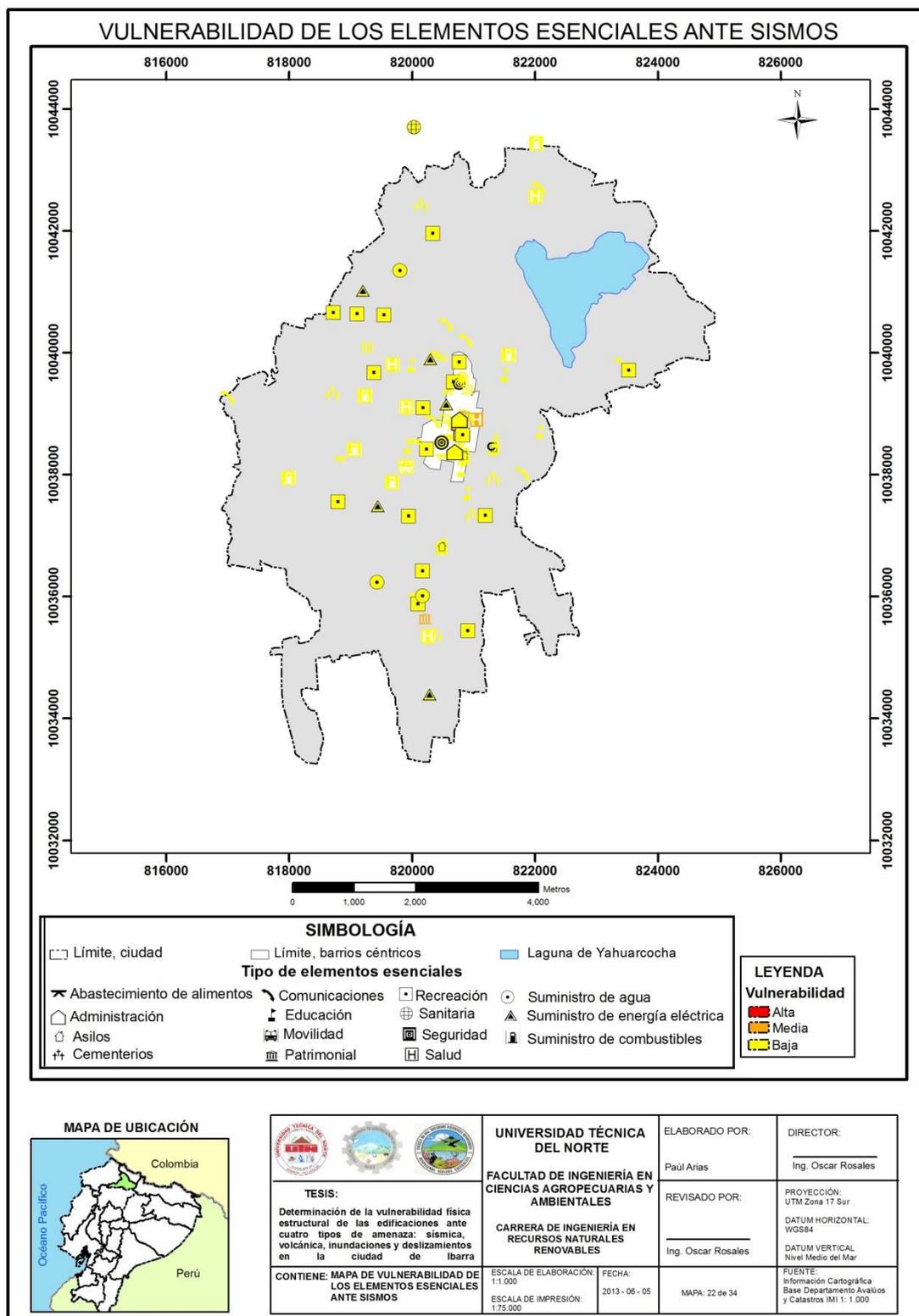
**Mapa 19.** Edificaciones expuestas a la amenaza por erupción volcánica



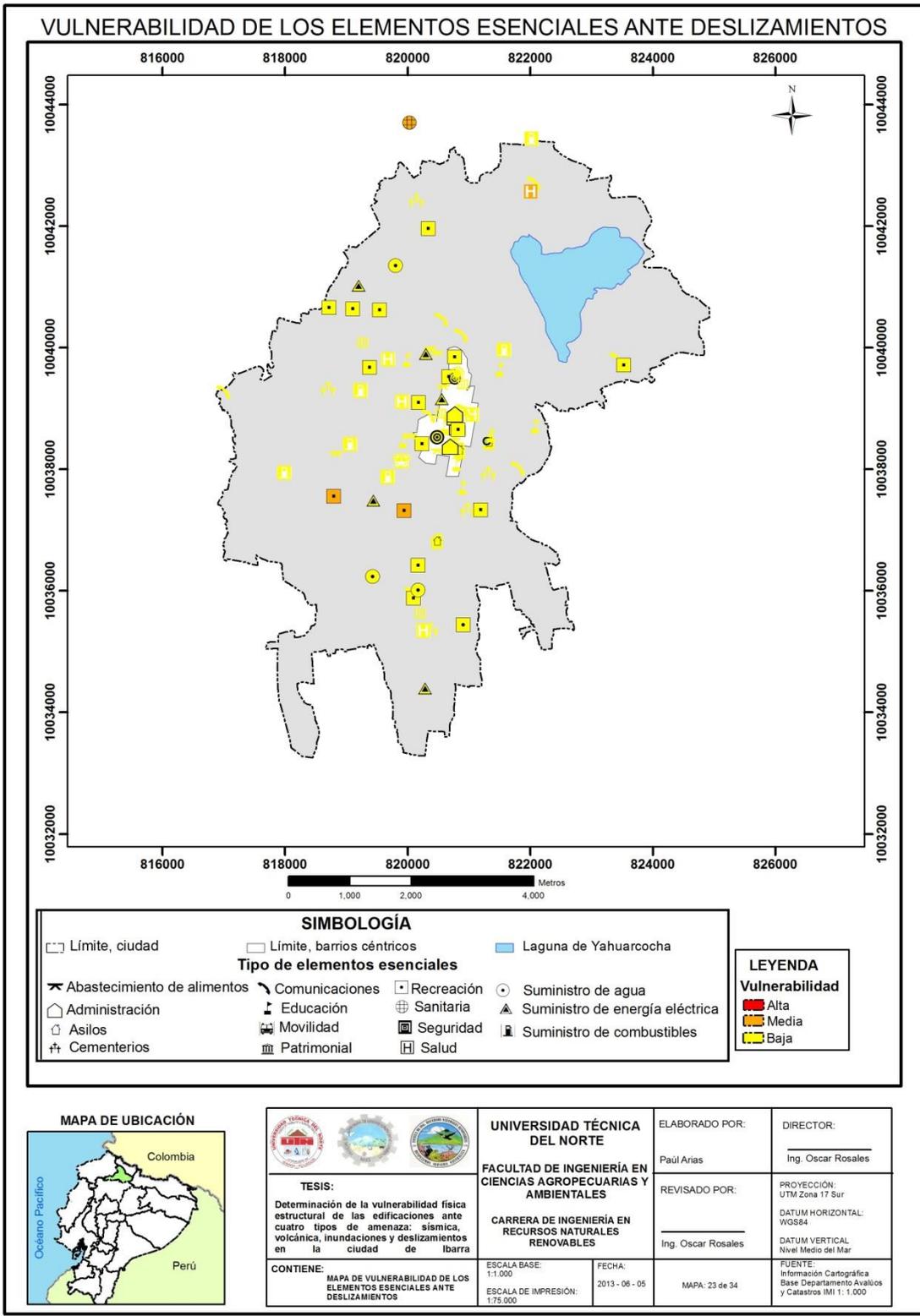
**Mapa 20.** Vulnerabilidad físico estructural ante inundaciones

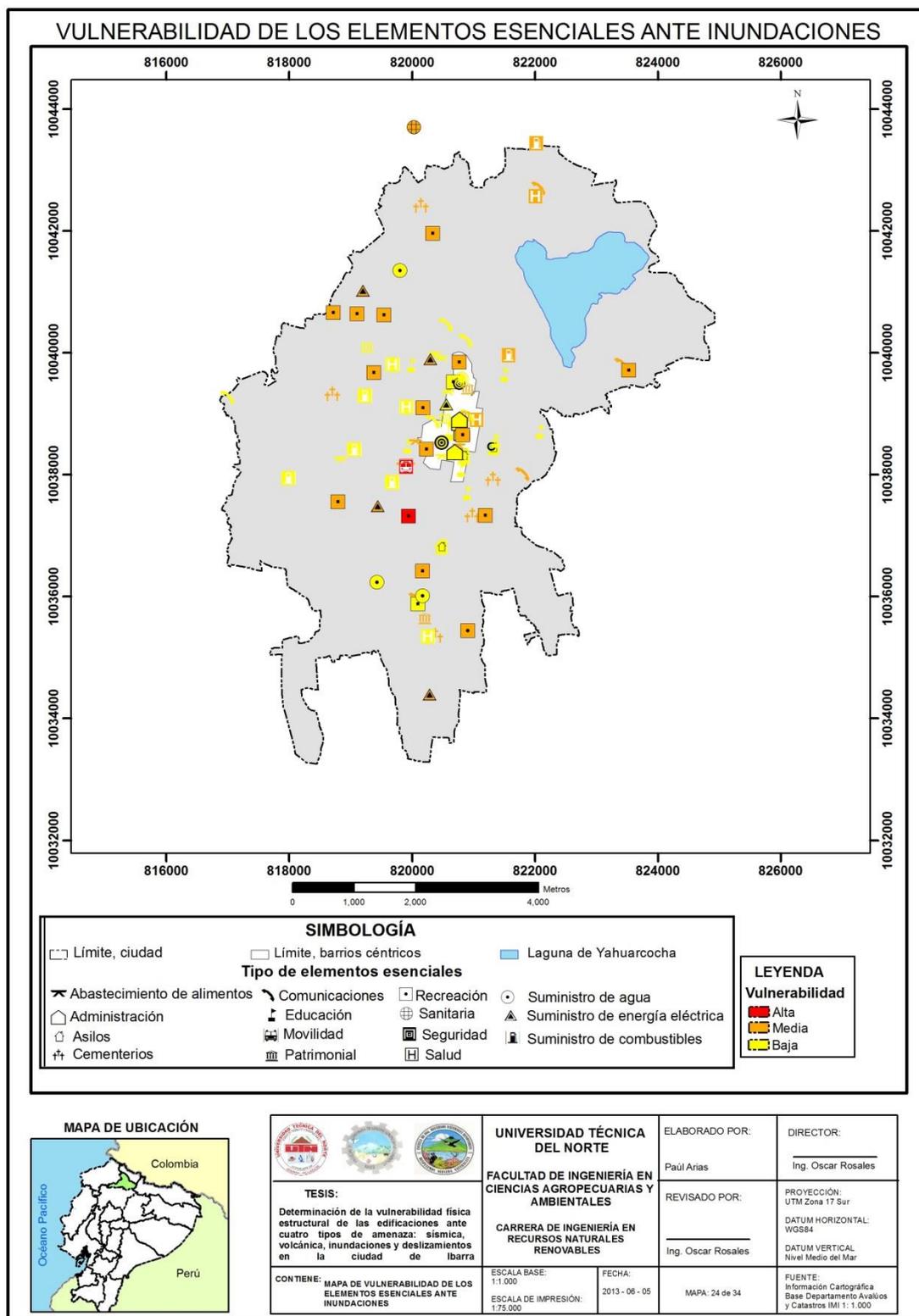


**Mapa 21.** Edificaciones expuestas a amenaza de inundación

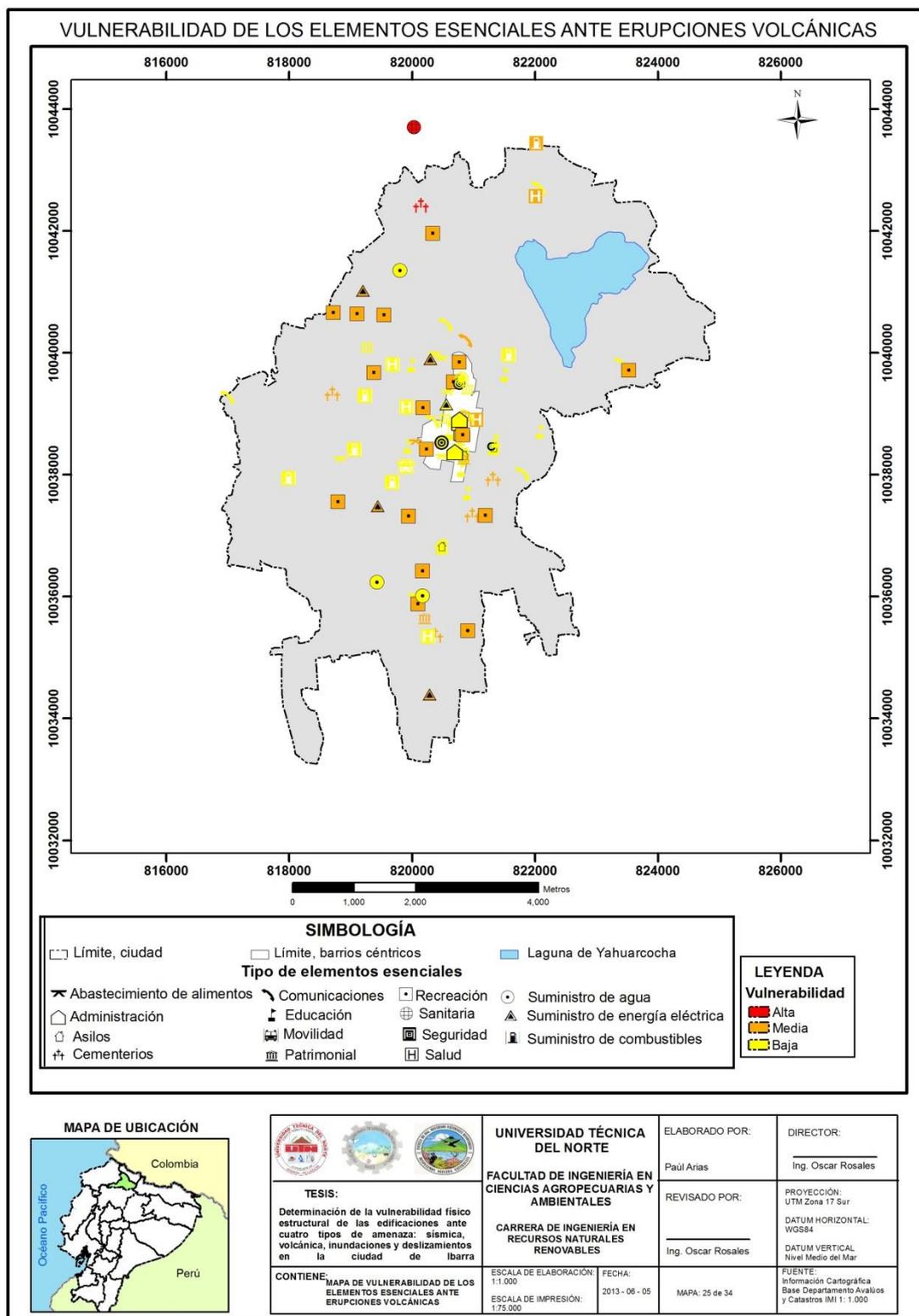


**Mapa 22.** Vulnerabilidad de los elementos esenciales ante sismos

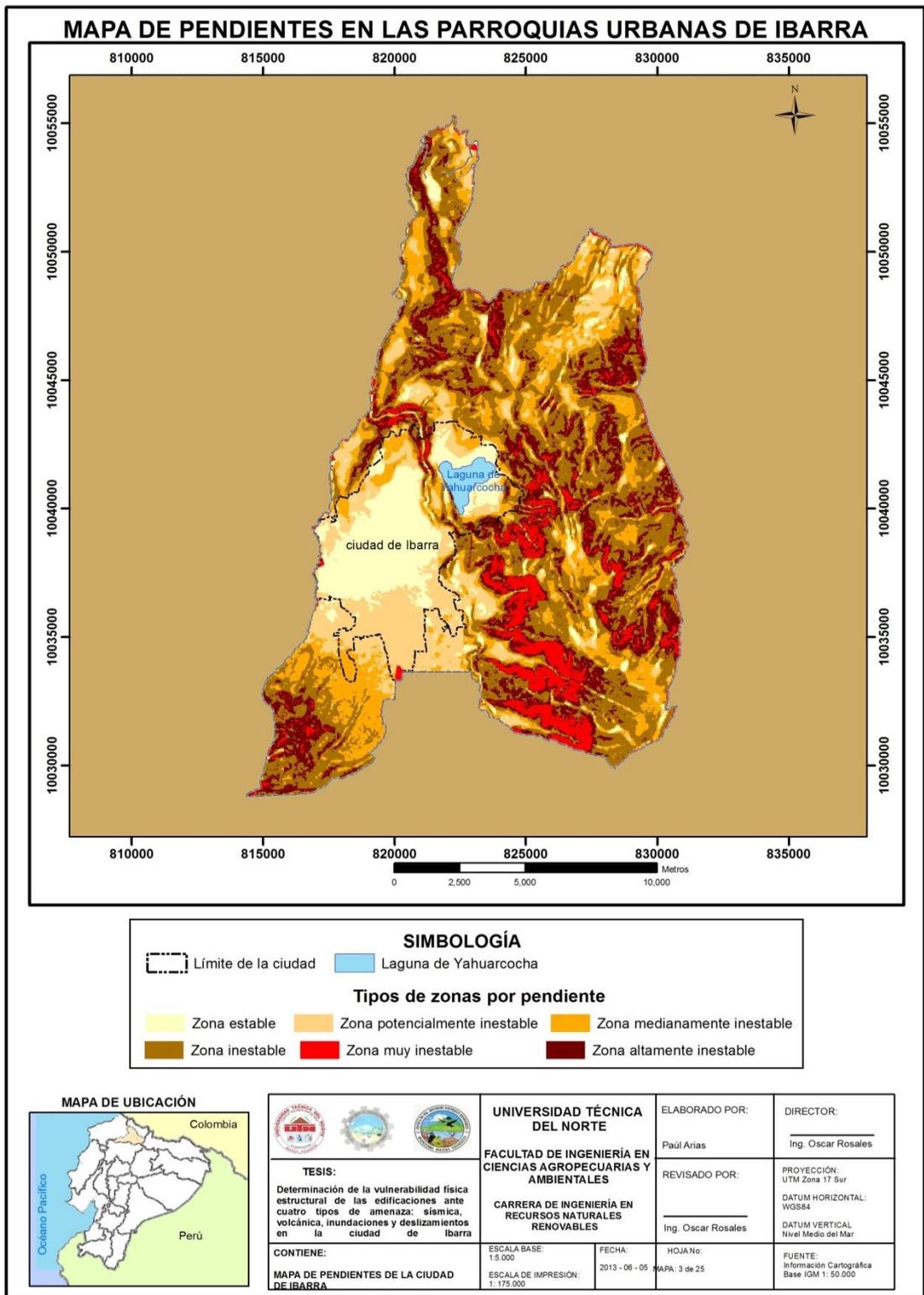




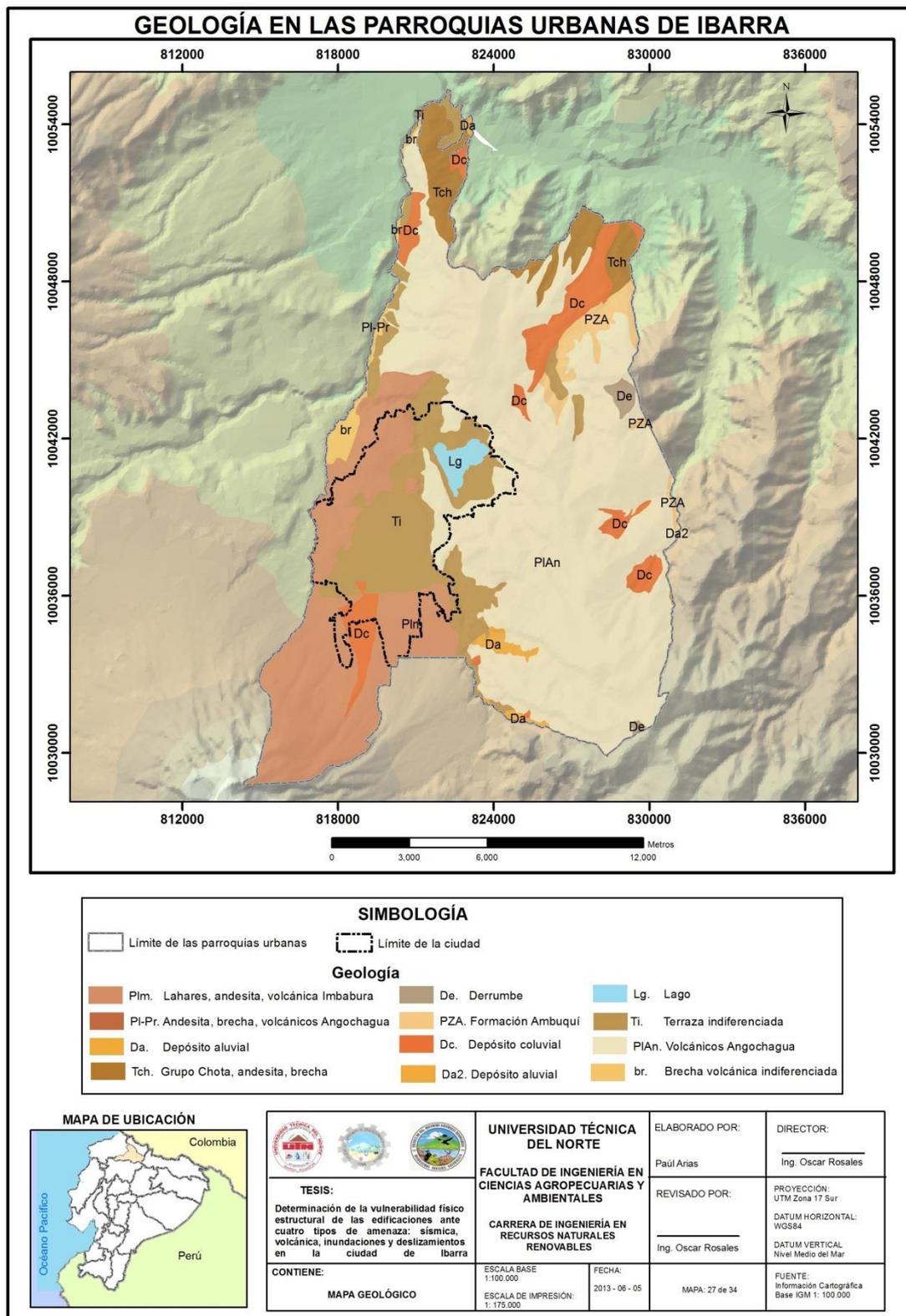
**Mapa 24.** Vulnerabilidad de los elementos esenciales ante inundaciones



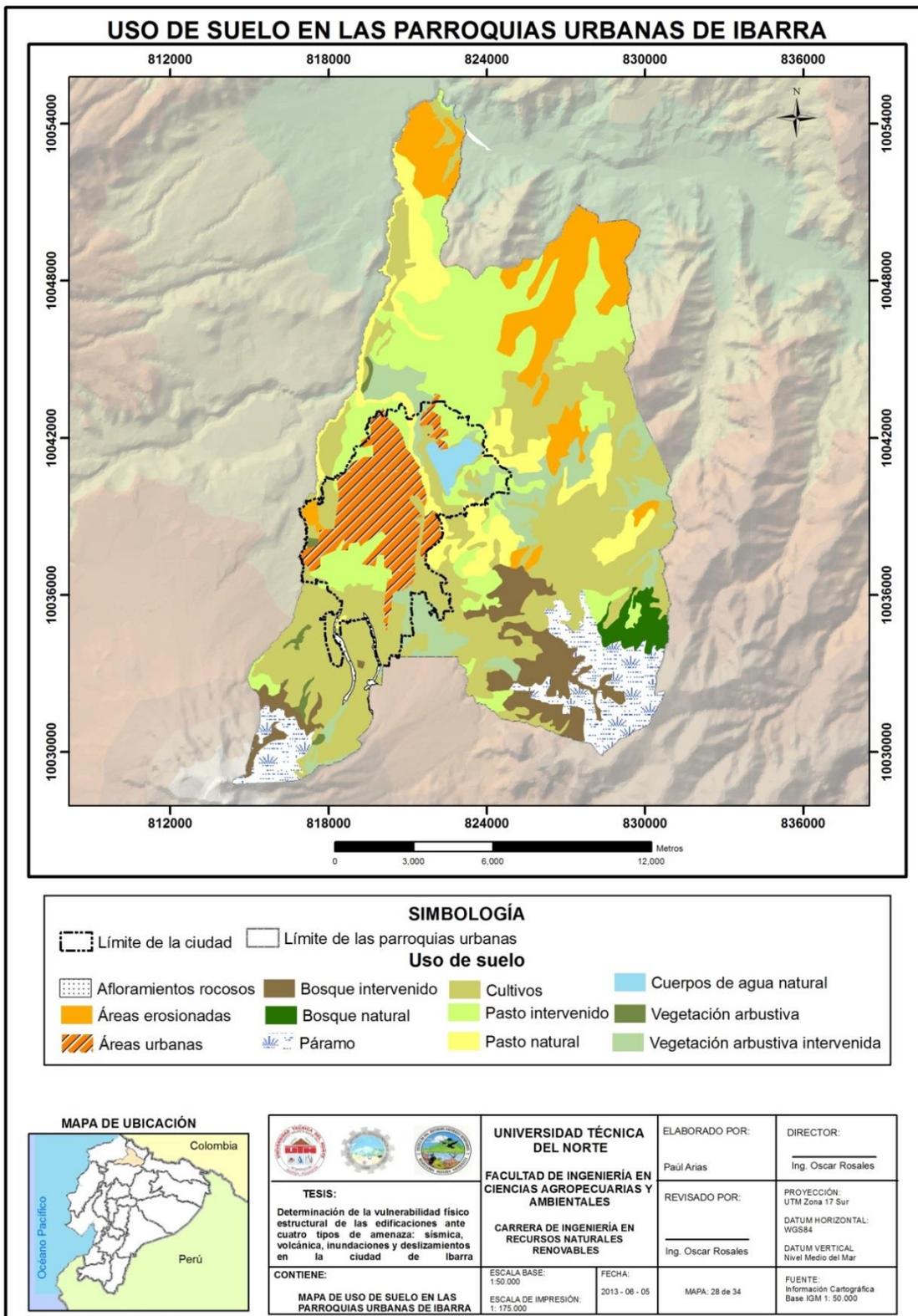
**Mapa 25.** Vulnerabilidad de los elementos esenciales ante erupciones volcánicas



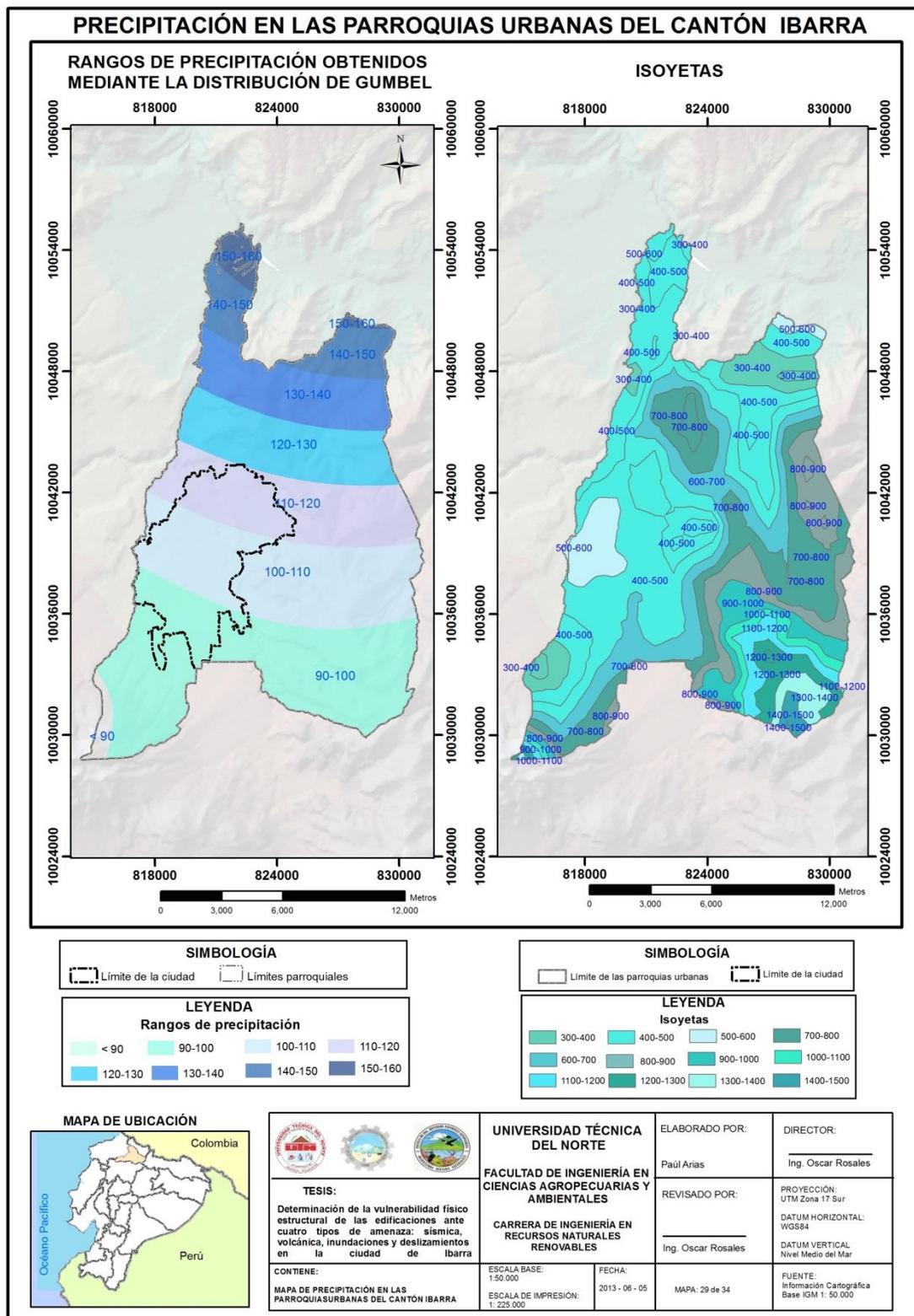
**Mapa 26.** Mapa de pendientes en las parroquias urbanas de la ciudad de Ibarra



**Mapa 27.** Geología en las parroquias urbanas de la ciudad de Ibarra

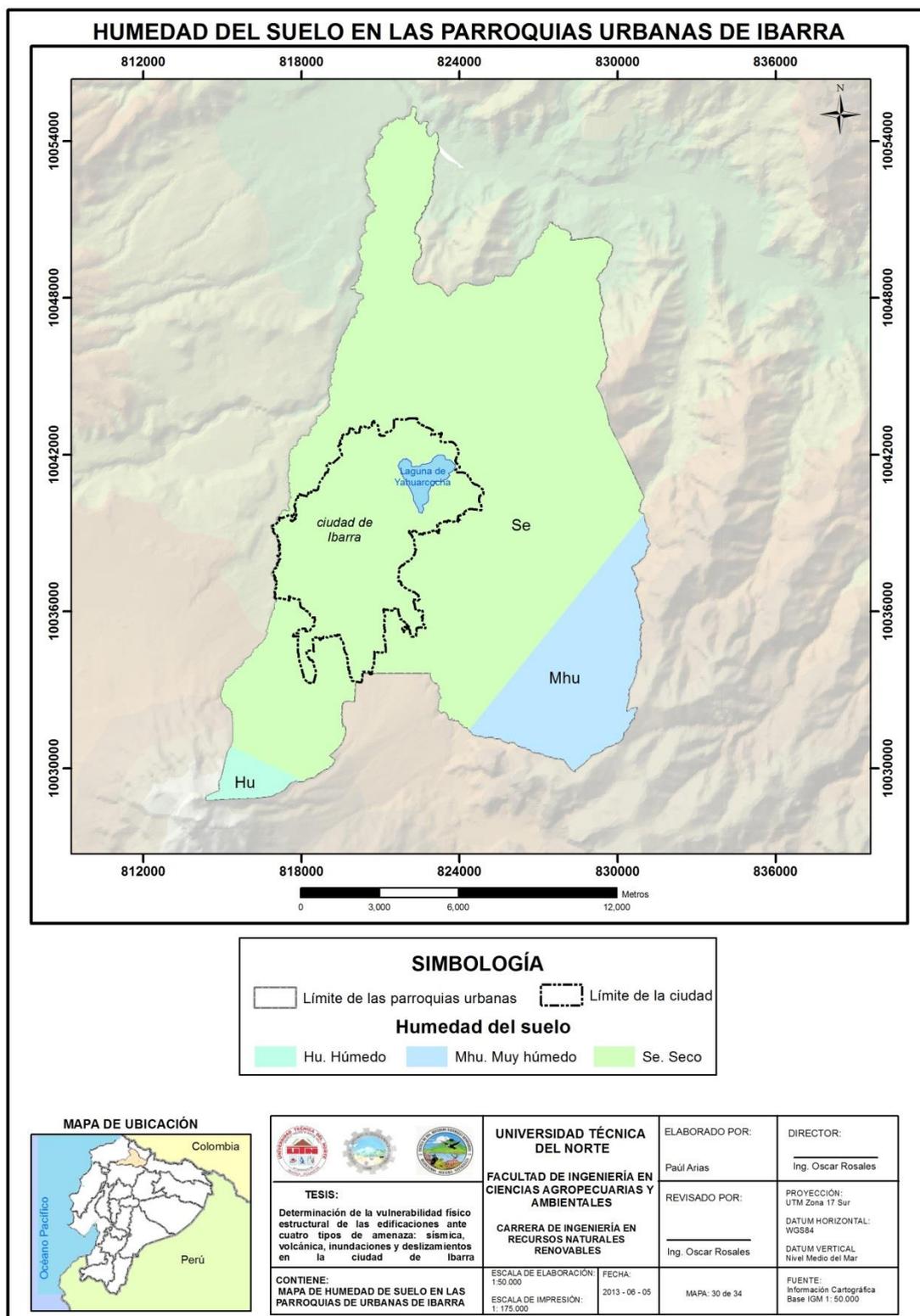


**Mapa 28.** Uso de suelo en las parroquias urbanas de la ciudad de Ibarra

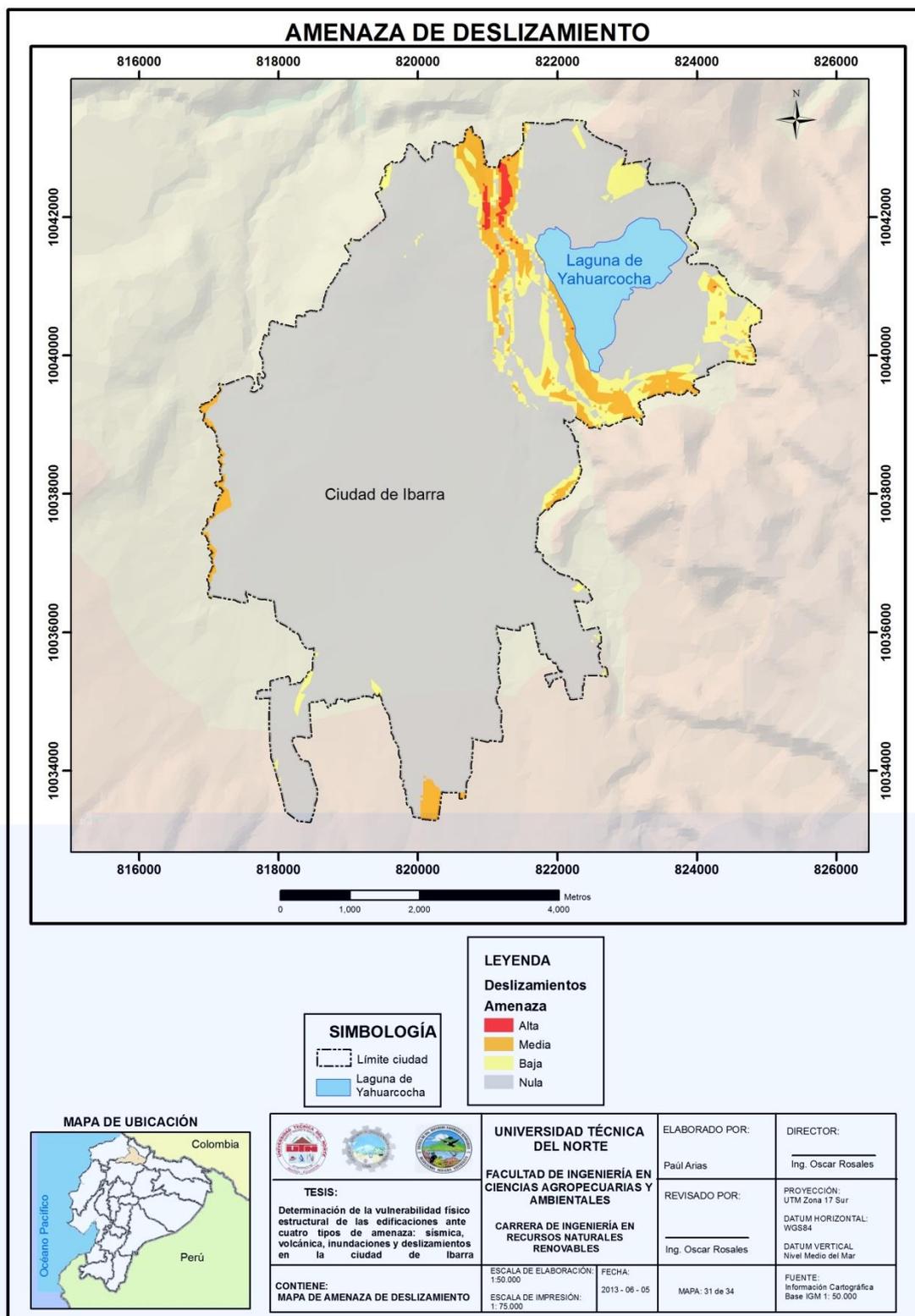


**Mapa 29.** Precipitación en las parroquias urbanas del cantón Ibarra

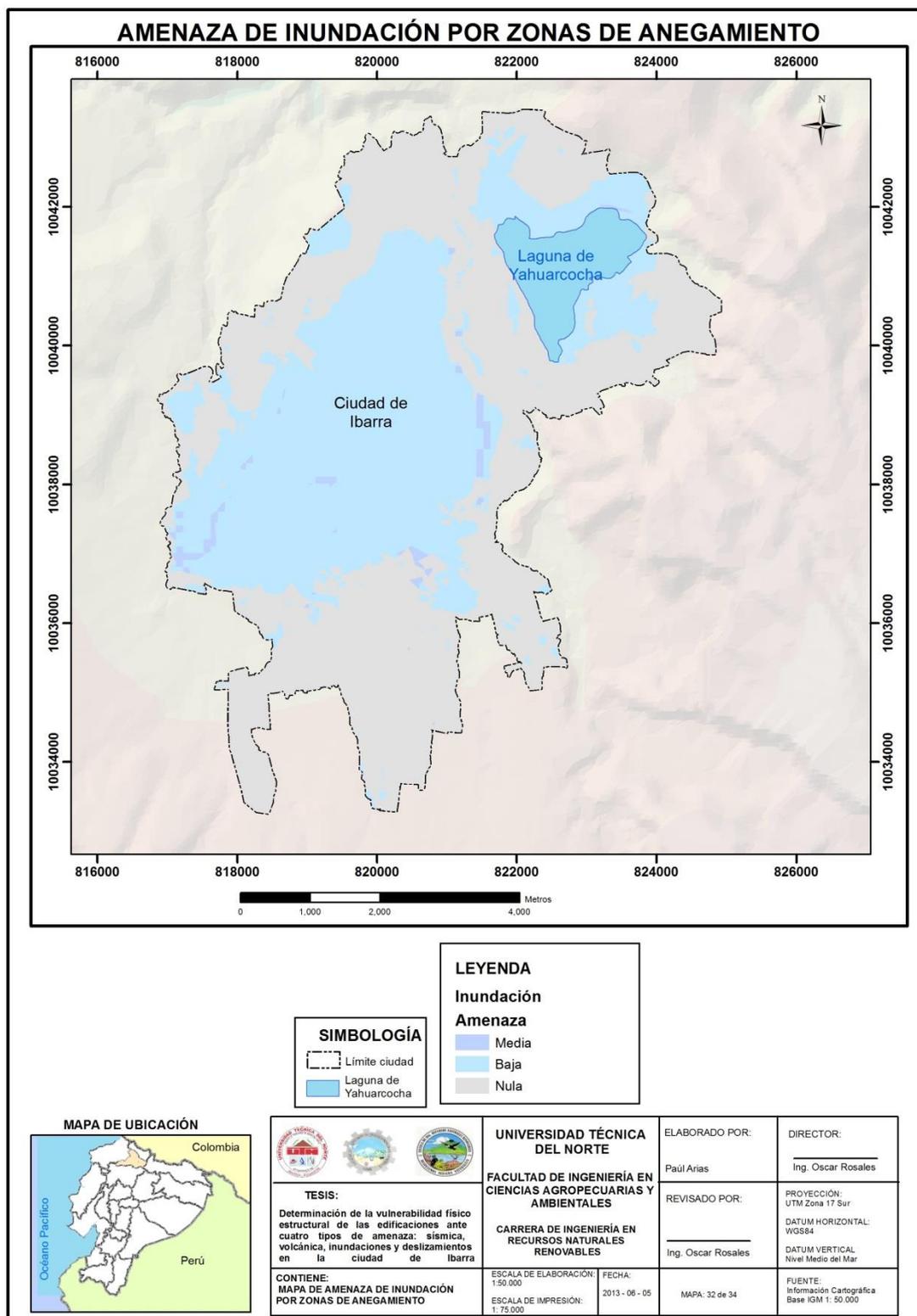
**Fuente:** Secretaría Nacional de Planificación (2012)



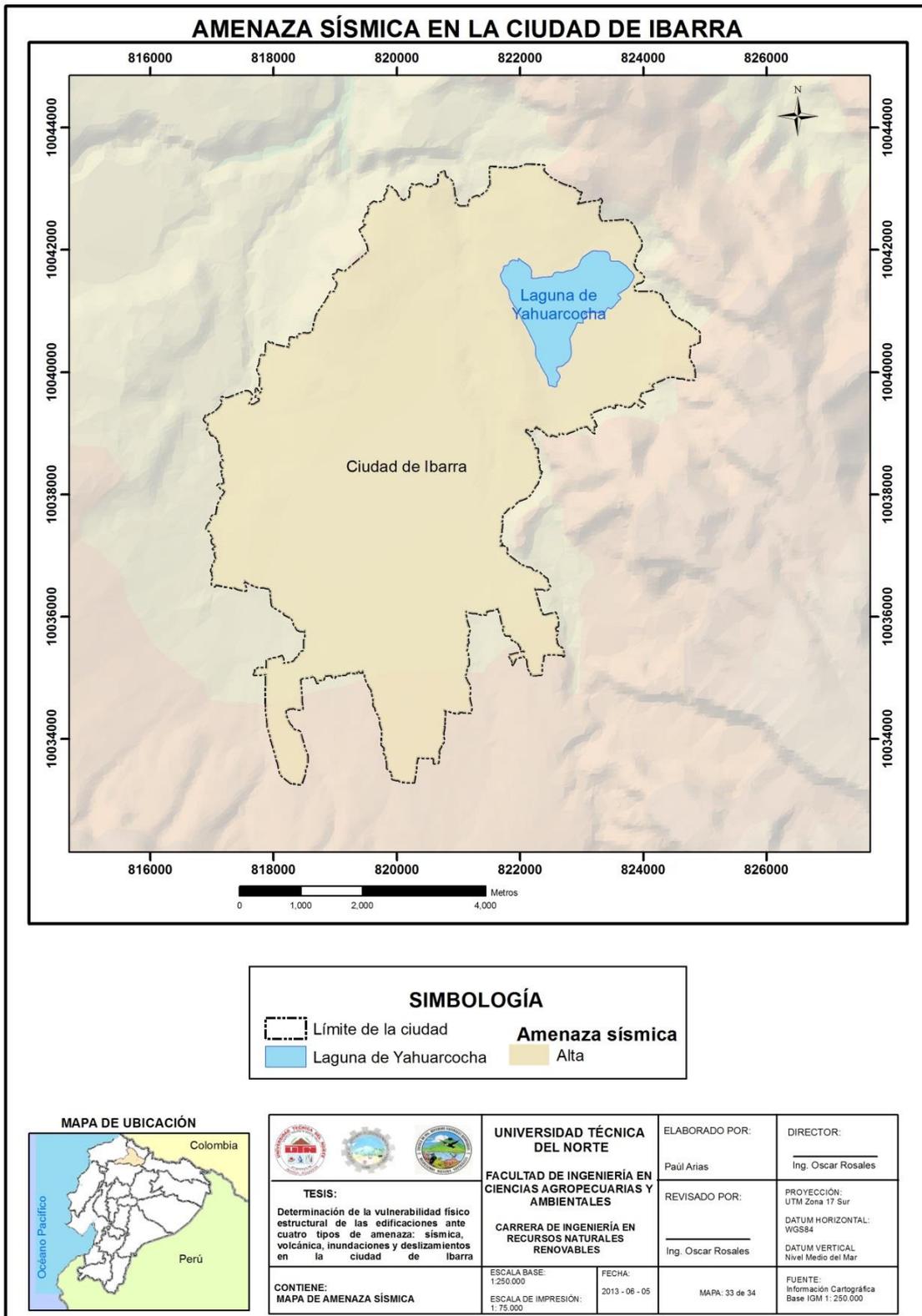
**Mapa 30.** Humedad del suelo en las parroquias urbanas de la ciudad de Ibarra



**Mapa 31.** Amenaza ante deslizamientos de la ciudad de Ibarra

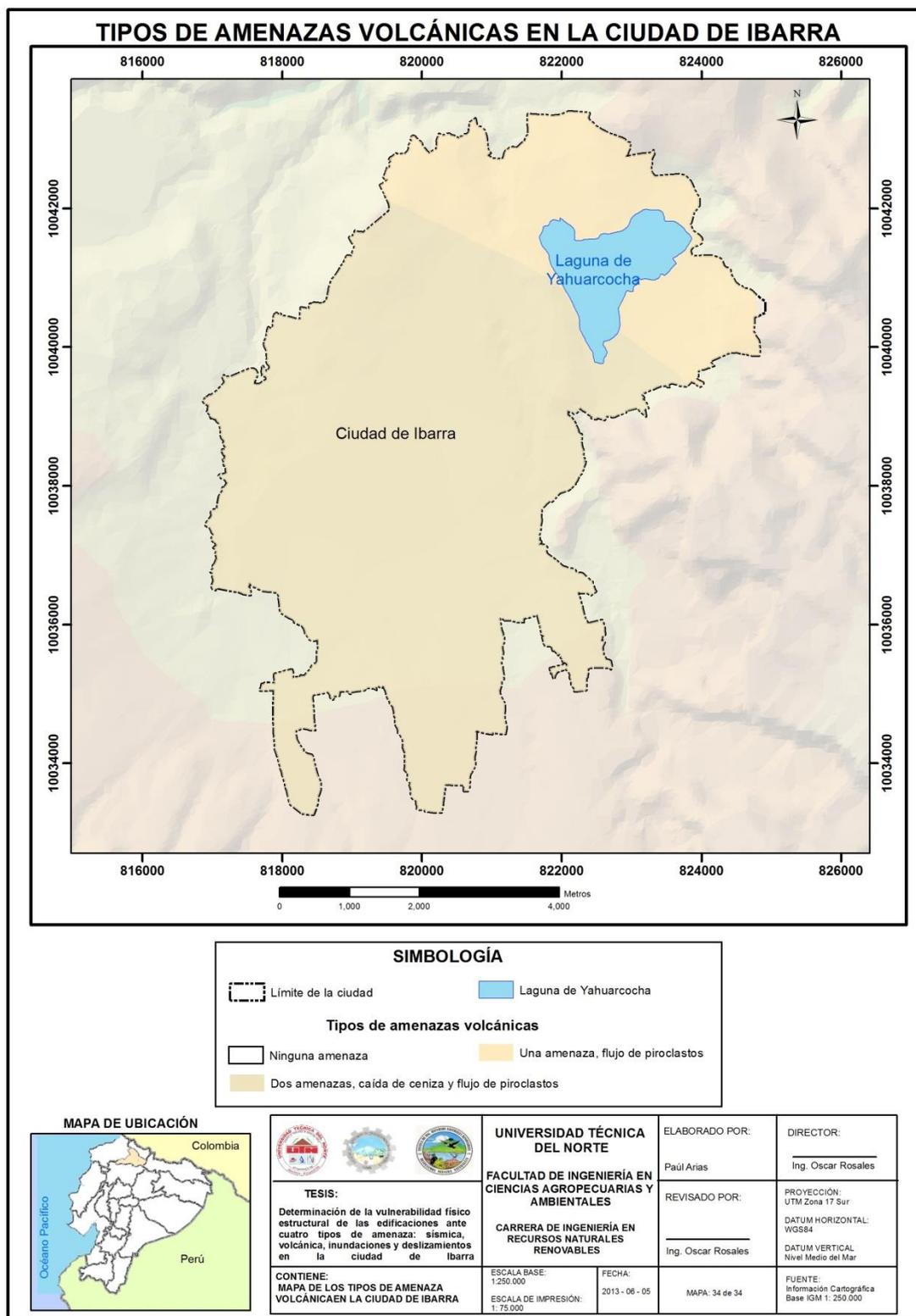


**Mapa 32.** Amenaza de inundación por zonas de anegamiento

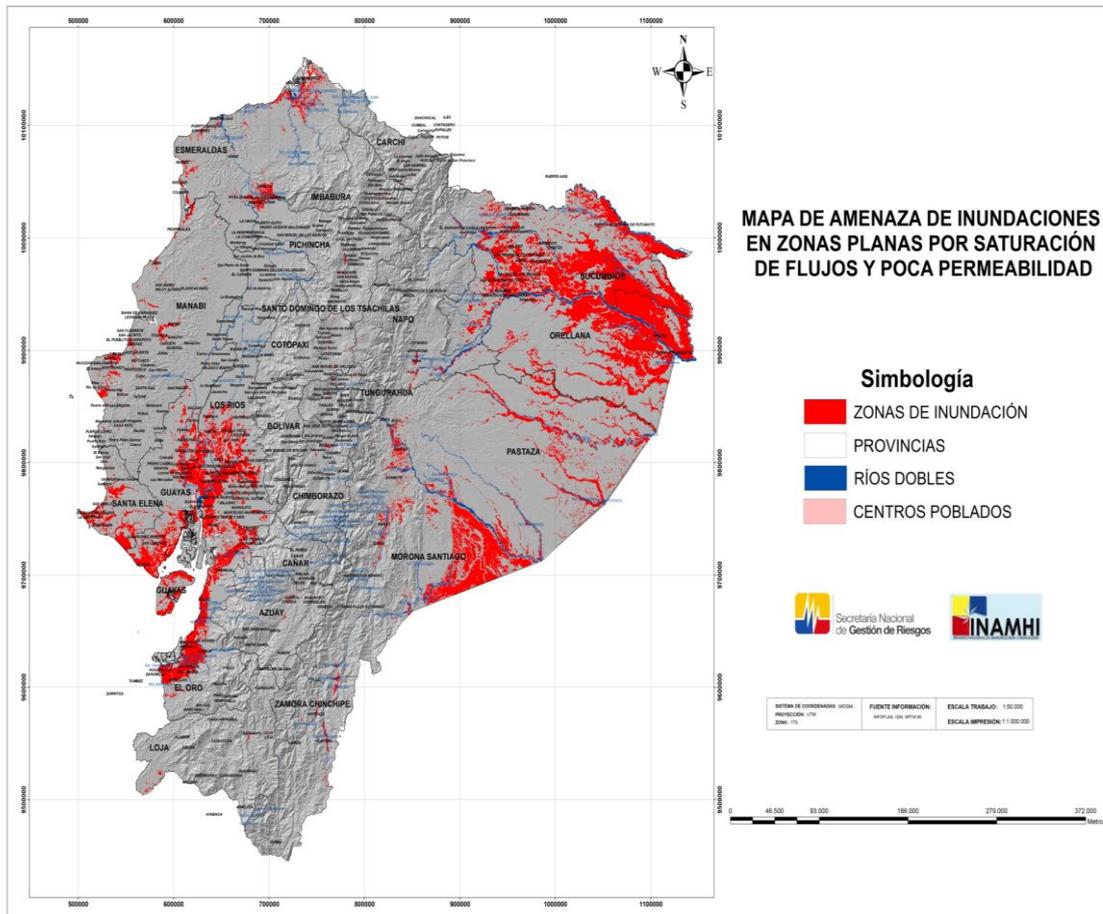


**Mapa 33.** Amenaza sísmica en la ciudad de Ibarra

**Fuente:** (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda-Cámara de la Construcción de Quito , 2011)



**Mapa 34.** Tipos de amenazas volcánicas en la ciudad de Ibarra



**Mapa 35.** Mapa de amenaza de inundación elaborado a nivel nacional

Fuente: Secretaría Nacional de Riesgos, 2013 com. personal



## ANEXO F

### Fotografías

#### a. Fotografías de Algunos Elementos Esenciales de la Ciudad



**Fotografía 1.** Hospital San Vicente de Paúl



**Fotografía 2.** Hospital del IESS



**Fotografía 3.** Subestación eléctrica San Agustín



**Fotografía 4.** Terminal terrestre desde su interior



**Fotografía 5.** Coliseo "Luis Leoro Franco"



**Fotografía 6.** Cementerio "San Miguel de Ibarra"



**Fotografía 7.** Edificio del Gobierno Municipal Autónomo Descentralizado de Ibarra



**Fotografía 8.** Planta de tratamiento y potabilización de agua potable "Caranqui"



**Fotografía 9.** Supermaxi



**Fotografía 10.** Asilo León Ruales



**Fotografía 11.** Comando Provincial de la Policía Nacional



**Fotografía 12.** Edificio del Colegio Salesiano Sánchez y Cifuentes



**Fotografía 13.** Mercado "Amazonas"



**Fotografía 14.** Gasolinera "El Olivo"



**Fotografía 15.** Estación de los Bomberos



**Fotografía 16.** Supermercado "AKI"

**b. Fotografías de Algunos Elementos Esenciales de Vulnerabilidad Alta**



**Fotografía 17.** Relleno sanitario

Fuente: Diario La Hora, 2012

**c. Fotografías de Algunos Elementos Esenciales con Vulnerabilidad Media**



**Fotografía 18.** Gobernación de Imbabura (parte exterior)



**Fotografía 19.** Gobernación de Imbabura (desde su interior, entresijos)



**Fotografía 20.** Centro de salud N°1 de Ibarra

**Fotografía 21.** Parque Céntrica Boulevard

**d. Fotografías de Edificios del “Centro Histórico” de la Ciudad, de Vulnerabilidad Media a Sismos, Deslizamientos, Erupciones volcánicas e Inundaciones**



**Fotografía 22.** Edificación histórica con vulnerabilidad media



**Fotografía 23.** Edificación histórica con vulnerabilidad media

**e. Fotografías de Edificaciones con Vulnerabilidad Media a Erupciones Volcánicas en la Parroquia Caranqui**



**Fotografía 23.** Edificación con vulnerabilidad media a erupción volcánica



**Fotografía 24.** Edificación con vulnerabilidad media a erupción volcánica

**f. Fotografías de Edificaciones con Vulnerabilidad Media y Alta a Deslizamientos y Erupciones Volcánicas en los Barrios Yahuarcocha y Priorato**



**Fotografía 25.** Edificación con vulnerabilidad alta a deslizamiento



**Fotografía 26.** Edificación con vulnerabilidad alta a deslizamiento

**g. Fotografías de edificaciones con vulnerabilidad baja a sismos en los barrios: El Jardín y El Empedrado**



**Fotografía 27.** Edificación con vulnerabilidad baja a sismos

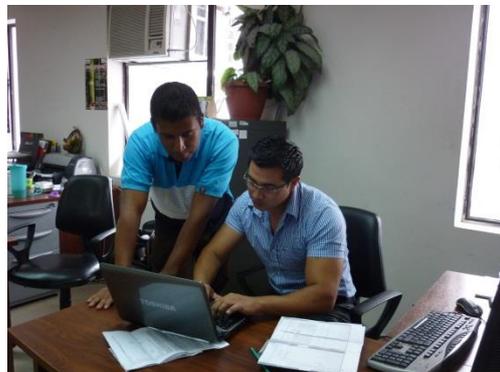


**Fotografía 28.** Edificación con vulnerabilidad baja a sismos

**e. Recolección de Información Cartográfica**



**Fotografía 29.** Recolección de información cartográfica temática con personal técnico del Gobierno Provincial de Imbabura (GPI)



**Fotografía 30.** Recolección de información cartográfica temática con personal técnico del Gobierno Provincial de Imbabura (GPI)